



PROPOSAL TUGAS AKHIR

Pembuatan Bioetanol dari Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) dengan Proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi

ANTHONY TAUFIK HIDAYAT
NRP. 2311 030 068

SUNARING CHADIJAH LUSTIYANI
NRP. 2311 030 096

Dosen Pembimbing
Ir. Budi Setiawan, M.T
NIP. 19540220 19807 1 001

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



TUGAS AKHIR - TK 090324

MAKING OF FRUIT BIOETHANOL MAJA (Aegle Marmelos L.) BY ACID
HYDROLYSIS PROCESS AND FERMENTATION

ANTHONY TAUFIK HIDAYAT
NRP. 2311 030 068

SUNARING CHADIJAH LUSTIYANI
NRP. 2311 030 096

Dosen Pembimbing
Ir. Budi Setiawan, M.T
NIP. 19540220 19807 1 001

PROGRAM STUDI D III TEKNIK KIMIA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014

**Pembuatan Bioetanol dari Buah Maja (*Aegle
marmelos* L.) dengan Proses Hidrolisis Asam
dan Fermentasi**

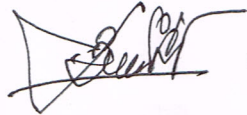
TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada Bidang Studi D III
Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**ANTHONY TAUFIK HIDAYAT (2311 030 068)
SUNARING CHADIJAH LUSTIYANI (2311 030 096)**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :
SURABAYA, 1 JULI 2014**



Ir. Budi Setiawan, MT

NIP. 19540220 19807 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**Pembuatan Bioetanol dari Buah Maja (*Aegle marmelos*
L.) dengan Proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi**

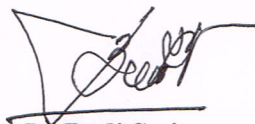
Disusun oleh :

ANTHONY TAUFIK HIDAYAT (2311 030 068)

SUNARING CHADIJAH LUSTIYANI (2311 030 096)

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Budi Setiawan, MT

NIP. 19540220 19807 1 001

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR

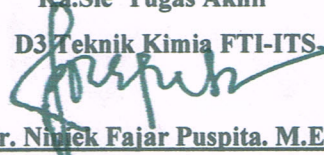
**Pembuatan Bioetanol dari Buah Maja (*Aegle marmelos*
L.) dengan Proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi**

Mengetahui / menyetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Budi Setiawan, MT
NIP. 19540220 19807 1 001



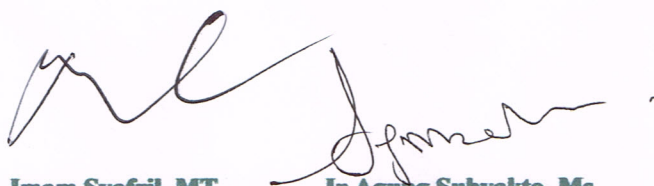
Ka.Sie Tugas Akhir
D3 Teknik Kimia FTI-ITS

Dr. Ir. Nimek Fajar Puspita, M.Eng
NIP. 19630805 198903 2 002

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 1 Juli 2014, untuk tugas akhir dengan judul "Pembuatan Bioetanol dari Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) dengan Proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi", yang disusun oleh :

ANTHONY TAUFIK HIDAYAT (2311 030 068)
SUNARING CHADIJAH LUSTIYANI (2311 030 096)

Mengetahui / menyetujui
Dosen Penguji



Ir. Imam Syafril, MT

NIP. 19570819 198601 1 001

Ir. Agung Subyakto, Ms

NIP. 1958 03 12 1986 01 1001

Mengetahui,

Ka.Sie Tugas Akhir



Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng

NIP. 19630805 198903 2 002

Dosen Pembimbing



Ir. Budi Setiawan, MT

NIP. 19540220 19807 1 001

PEMBUATAN BIOETANOL DARI BUAH MAJA (*Aegle marmelos* L.) DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM DAN FERMENTASI

Nama : 1. Anthony Taufik Hidayat (2311 030 068)
2. Sunaring Chadijah Lustiyani (2311 030 096)
Jurusan : D3 Teknik Kimia
Pembimbing : Ir. Budi Setiawan, MT.

ABSTRAK

*Pengembangan bioetanol saat ini masih mengalami berbagai macam kendala. Salah satunya karena harga dari bioetanol lebih mahal dari harga minyak yang dijual di Indonesia. Bioetanol yang berkembang di Indonesia merupakan generasi pertama. Oleh karena itu, perlu dicari bahan baku bioetanol lain yang bukan merupakan makanan pokok, ketersediaannya melimpah dan kurang dimanfaatkan oleh masyarakat. Melalui inovasi ini dilakukan pembuatan bioetanol dari buah Maja dengan variabel penambahan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 1%, 2% dan 3% pada proses fermentasi selama 3, 4, dan 5 hari.*

*Pembuatan etanol dengan bahan baku buah Maja dilakukan dengan cara menghidrolisis bubuk buah maja menjadi glukosa. Hidrolisis dilakukan dengan penambahan asam H_2SO_4 pada temperature $120^{\circ}C$ selama 2 jam, kemudian larutan hidrolisa didinginkan. Larutan hidrolisa yang dingin, difermentasi dengan menambahkan *Sacharomyces cereviceae* sebagai media pengkonversi glukosa menjadi etanol. Agar mendapatkan bioetanol yang lebih murni dilakukan proses distilasi pada temperatur dibawah azeotrop.*

Hasil Percobaan yang didapatkan secara keseluruhan telah memenuhi SNI 3565:2009 mutu 1. Uji kualitas produk dengan parameter sisa penguapan maksimal yaitu 8,9 mg/L (Maksimal 25 mg/L). Rendemen tertinggi hasil percobaan adalah 7,5%

Kata kunci : Bioetanol, Buah Maja

MAKING OF FRUIT BIOETHANOL MAJA (Aegle Marmelos L.) BY ACID HYDROLYSIS PROCESS AND FERMENTATION

Name : 1. Anthony Taufik Hidayat (2311 030 068)
2. Sunaring Chadijah Lustiyani (2311 030 096)
Departement : Chemical Engineering D3
Supervisor : Ir. Budi Setiawan, MT.

ABSTRACT

Development of bioethanol in this time still experience of assortedly [of] constraint. One of them because price of costlier bioethanol of sold oil price in Indonesia. Bioethanol expanding in Indonesia represent first generation. Therefore, require to look for [by] raw material of bioethanol other which not such a staple food, its availability abundance and less exploited by society Through this innovation [is] [done/conducted] [by] making of bioethanol of fruit of Maja with variable addition of *Saccharomyces cerevisiae* counted 1%, 2% and 3% [at] ferment process during 3, 4, and 5 day.

Making of ethanol with fruit raw material of Maja [done/conducted] by fruit powder hydrolysis of maja become glucose. Hydrolysis [done/conducted] with addition of acid of H_2SO_4 [at] temperature $120^{\circ}C$ during 2 [hour/clock], later; then condensation of hidrolisa made cool. condensation of Hidrolisa cool, ferment by enhancing *Sacharomyces cereviceae* as media pengkonversi of glucose become ethanol. [So that/ to be] getting purer bioethanol [to] process distilasi [at] temperature below/under Azeotropes.

Result of got Attempt as a whole have fulfilled SNI 3565:2009 quality 1. Test the quality of product with parameter of [is rest of maximal evaporation that is 8,9 mg / L (Maximal 25 mg / L). Highest Rendemen result of attempt [is] 7,5%

Keyword : Bioethanol, Fruit of Maja

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga kami dapat melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini. Tugas Akhir ini untuk memperoleh gelar ahli madya. Selama melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini. kami telah banyak memperoleh bantuan baik moril maupun materiil, untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT karena atas rahmat dan kehendak-Nya kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini
2. Yang tercinta, Bapak dan Ibu, serta keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi secara moril dan materiil serta do'a.
3. Bapak Ir. Budi Setiawan, MT., selaku dosen pembimbing dan Ketua Program Studi D3 Teknik Kimia FTI – ITS.
4. Ibu Dr. Ir. Niniek Fajar P, M.Eng, selaku Koordinator Sie-tugas akhir.
5. Bapak Ir. Imam Syafril, MT dan Bapak Ir. Agung Subyakto, selaku dosen penguji sidang tugas akhir.
6. Teman-teman Mahasiswa Program Studi D3 Teknik Kimia yang tercinta.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kami sangat dan kritik dari semua pihak untuk menyempurnakan laporan ini. Kami selaku penyusun memohon maaf kepada semua pihak.

Surabaya, Juli 2014
Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACK.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
I.2 Perumusan Masalah.....	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-2
I.4 Tujuan Inovasi Produk	I-2
I.5 Manfaat Inovasi Produk	I-3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Bioetanol	II-1
II.1.1 Pengertian Bioetanol	II-1
II.1.2 Penelitian terdahulu.....	II-2
II.1.3 Sifat Fisik dan Kimia Bioetanol	II-2
II.1.4 Pembuatan Bioetanol	II-3
II.1.5 Hidrolisis	II-3
II.1.6 Fermentasi.....	II-5
II.1.7 Faktor-faktor fermentasi	II-6
II.1.7.1 Nutrisi.....	II-6
II.1.7.2 suhu dan waktu.....	II-6
II.1.7.3 Kandungan gula	II-6
II.1.7.4 Volume stater	II-6
II.2 Buah Maja	II-7
II.3 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	II-9
II.4 Asam Sulfat.....	II-10
II.5 Definisi GCMS	II-11

BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

III.1 Tahap Pelaksanaan.....	III-1
III.2 Bahan yang digunakan.....	III-1
III.3 Peralatan yang Digunakan	III-1
III.4 Variabel yang Digunakan	III-2
III.5 Prosedur Penelitian	III-2
III.5.1 Tahap Pembuatan Tepung Buah Maja.....	III-2
III.5.1.1 Tahap pembuata tepung Buah maja menggunakan oven.....	III-2
III.5.2 Tahap Pembuatan Bioetanol.....	III-2
III.5.2.1 Hidrolisa Asam.....	III-2
III.5.2.2 Fermentasi	III-2
III.5.3 Pemurnian Bioetanol dengan distilasi	III-3
III.5.4 Tahap Pengujian Bioetanol	III-7
III.5.4.1 Analisa Densitas Etanol dan kadar	III-7
III.5.4.2 Uji Sisa Penguapan Maksimum	III-7
III.5.4.3 Uji Standar Keasaman Bioetanol	III-8
III.5.5 Tempat Pelaksanaan	III-9

BAB IV HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Inovasi	IV-1
IV.2 Gambar Hasil Inovasi.....	IV-3
IV.3 Pembahasan	IV-5

BAB V NERACA MASSA

V.1 Neraca Massa Buah Maja	V-1
V.2 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	V-1
V.2.1 Pencucian buah Maja	V-1
V.2.2 Pengupasan Buah Maja	V-4
V.2.3 Pengirisan Buah Maja	V-6
V.2.4 Pengeringan chip buah maja basah.....	V-8
V.2.5 Penghancuran Chip Buah Maja Kering	V-10

V.2.6 Pengayakan Tepung Buah Maja.....	V-12
V.3 Pembuatan Bioetanol.....	V-14
V.3.1 Hidrolisa	V-14
V.3.2 Fermentasi	V-15
 BAB VI NERACA PANAS	VI-1
VI.1 Neraca Panas Pengeringan Tepung Maja.....	VI-1
VI.2 Neraca Panas Buah Maja Menjadi Bioetanol...	VI-3
 BAB VII ANGGARAN BIAYA.....	VI-1
VII.1 Rincian Anggaran Biaya Skala Laboratorium	VII-1
VII.2 Rincian Anggaran Biaya Produksi per Hari Skala Laboratorium	VII-1
VII.3 Hasil Produksi per Hari Skala Laboratorium..	VII-3
VII.4 Total Biaya Produksi Skala Laboratorium.....	VII-3
VII.5 Rincian Anggaran Biaya Investasi Skala Home Industri.....	VII-3
VII.6 Rincian Anggaran Biaya Produksi per Hari Skala home industri.....	VII-4
VII.7 Hasil Produksi per Hari Skala home industri..	VII-5
VII.8 Total Biaya Produksi Skala home industri.....	VII-6
VII.9 Penentuan Harga Jual Produk	VII-7
VII.10 Penentuan Pengembalian Biaya Investasi.....	VII-7
VII.11 Perhitungan BEP selama 1 tahun	VII-8
 BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN	
VIII.1 Kesimpulan.....	VIII-1
VIII.2 Saran.....	VIII-1
 DAFTAR PUSTAKA.....	ix
APPENDIKS A.....	xii
APPENDIKS B	xxx
APPENDIKS C	xxxvi

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah Kebutuhan Etanol Nasional	II-3
Tabel 2.2 Klasifikasi Buah Maja	II-7
Tabel 2.3 Komposisi 100 gram buah maja	II-8
Tabel 2.4 Taksonomi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	II-9
Tabel 4.1 Hasil Percobaan	IV-1
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan	IV-1
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Kadar etanol dengan GC-MS dan Densitas	IV-2
Tabel 5.1 Komposisi 100 gram buah maja	V-1
Tabel 5.2 Neraca Massa Total Pada proses pencucian	V-2
Tabel 5.3 Neraca Massa komponen Pada proses pencucian.....	V-3
Tabel 5.4 Neraca Massa Total Pada proses penguapasan.....	V-4
Tabel 5.5 Neraca Massa komponen Pada proses pengupasan...	V-5
Tabel 5.6 Neraca Massa Total Pada proses pengirisan	V-6
Tabel 5.7 Neraca Massa komponen Pada proses pengirisan	V-7
Tabel 5.8 Neraca Massa Total Pada proses pengeringan	V-8
Tabel 5.9 Neraca Massa komponen Pada proses pengeringan ..	V-9
Tabel 5.10 Neraca Massa Total Pada proses penghancuran.....	V-10
Tabel 5.11 Neraca Massa komponen Pada proses penghancuran.....	V-11
Tabel 5.12 Neraca Massa Total Pada proses pengayakan	V-12
Tabel 5.13 Neraca Massa komponen Pada proses pengayakan.	V-13
Tabel 5.14 Neraca Massa Pada proses hidrolisa.....	V-13
Tabel 5.15 Neraca Massa total Pada proses fermentasi.....	V-16
Tabel 5.16 Neraca Massa komponen pada proses fermentasi ...	V-17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Buah Maja.....	II-7
Gambar 2.2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	II-9
Gambar 4.1	Hubungan antara hasil fermentasi terhadap kadar etanol pada variasi jumlah yeast yang digunakan	IV-3
Gambar 4.2	Hubungan antara hasil fermentasi terhadap Keasaman bioetanol.....	IV-3
Gambar 4.3	Hubungan antara hasil fermentasi terhadap rendemen	IV-3
Gambar 4.4	Hubungan antara hasil fermentasi terhadap Penguapan maksimum	IV-3

DAFTAR NOTASI

No	Simbol	Keterangan	Satuan
1.	ρ	Densitas	gr/cm ³
2.	T	Temperatur	°C ; °F
3.	ΔT	Perubahan temperature	°C ; °F
4.	T ref	Temperatur referensi (25°C)	°C
4.	-	Massa	Kg
5.	H	Entalpi	Kkal; kal
6.	Q	Panas	Kkal; kal
7.	Cp	Kapasitas panas	cal/g°C
8.	-	Kuat Tekan	Kg/cm ²

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. LatarBelakangMasalah

Maja (*Aegle marmelos* (L.) Correa, suku jeruk-jerukan atau Rutaceae) adalah tumbuhan berbentuk pohon yang tahan lingkungan keras tetapi mudah luruh daunnya dan berasal dari daerah Asiatropika dan subtropika. Tanaman ini biasanya dibudidayakan di pekarangan tanpa perawatan dan dipanen buahnya. Maja masih berkerabat dekat dengan kawista. Di Bali dikenal sebagai *bila*. Di Pulau Jawa, maja sering kali dipertukarkan dengan berenuk, meskipun keduanya adalah jenis yang berbeda. Tanaman ini mampu tumbuh dalam kondisi lingkungan yang keras, seperti suhu yang ekstrem; misalnya dari 49°C pada musim kemarau hingga -7 °C pada musim dingin di Punjab (India), pada ketinggian tempat mencapai +1.200 m. Di Asia Tenggara, maja hanya dapat berbunga dan berbuah dengan baik jika ada musim kering yang kentara, dan tidak biasa dijumpai pada elevasi di atas 500 m. Maja mampu beradaptasi di lahan berawa, di tanah kering, dan toleran terhadap tanah yang agak basa(Wikipedia,2013).

Pengembangan bioetanol sebagai saat ini masih mengalami berbagai macam kendala. Salah satunya adalah karena harga dari bioetanol lebih mahal dari harga minyak yang dijual di Indonesia. Hal itu disebabkan karena bahan baku pembuatan bioetanol kebanyakan berasal dari bahan seperti jagung, singkong, ubi dan sagu yang merupakan makanan pokok. Sehingga perlu dicari bahan baku bioetanol lain yang bukan merupakan makanan pokok, ketersediaannya melimpah dan kurang dimanfaatkan oleh masyarakat Oleh karena itu, melalui inovasi ini dilakukan pembuatan bioetanol dari buah Maja (*Aegle marmelos* (L.)).



I.2. Perumusan Masalah

Beberapa perumusan masalah yang dapat diselesaikan dalam percobaan pembuatan bioetanol dari buah maja,yaitu

1. Apakah bioetanol dapat dibuat dari buah Maja (*Aegle marmelos* (L.) ?
2. Berapakah kadar etanol yang didapatkan dari buah Maja setelah proses fermentasi?

I.3. Batasan Masalah

Dalam percobaan ini, batasan masalah yang akan dipakai adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan bioetanol buah maja (*Aegle marmelos* (L.) dengan hidrolisis asam dengan katalis H_2SO_4 dan pengeringan dengan oven selama 30 menit pada suhu $150^{\circ}C$.
2. Penambahan *Saccharomyces cerevisia* dengan waktu fermentasi 3,4,dan 5 hari.

I.4. Tujuan Inovasi Produk

Tujuan dari percobaan pembuatan bioetanol dari buah Maja,yaitu:

1. Memanfaatkan potensi yang terkandung pada buah Maja (*Aegle marmelos* (L).
2. Mengetahui besarnya kadar etanol yang dihasilkan oleh buah Maja (*Aegle marmelos* (L) setelah proses fermentasi.



I.5. Manfaat Inovasi Produk

Manfaat dari percobaan pembuatan bioetanol dari buah Maja, yaitu:

1. Produk ini dapat menjadi peluang usaha lokal pembuatan bioetanol di Indonesia.

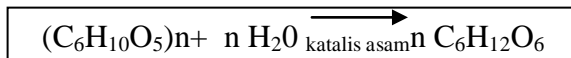
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Bioetanol

II.1.1 Pengertian Bioetanol

Senyawa karbohidrat dalam bentuk glukosa sudah lama dipakai sebagai bahan baku pembuatan etanol untuk kebutuhan industri makanan, kosmetik dan obat-obatan. Senyawa karbohidrat ini dapat ditemukan pada jagung, singkong, dan tetes tebu. Sedangkan sumber polisakarida tinggi dalam bentuk lignoselulosa relatif belum banyak diteliti untuk menghasilkan etanol. Senyawa selulosa tersebut memiliki potensi untuk diproses menjadi etanol. Penggunaan lignoselulosa sebagai bahan baku untuk memproduksi etanol dapat menurunkan biaya produksi dari segi harga bahan baku dibandingkan penggunaan gula dan jagung sebagai bahan baku (*Wheals dkk., 1999*). Untuk mengubah selulosa menjadi glukosa (gula) diperlukan proses hidrolisis dengan bantuan asam, misalnya asam sulfat (H_2SO_4), sedangkan untuk mengubah gula menjadi etanol dipergunakan ragi *Saccharomyces cereviceae*. Reaksi hidrolisa selulosa menjadi glukosa sebagai berikut :



Pemilihan metode proses hidrolisis didasarkan pada jenis bahan baku dan perlakuan proses fermentasi yang akan dijalankan. Menurut Badger (2002) terdapat dua jenis proses hidrolisis yang dapat dijalankan, yaitu hidrolisis enzim dan hidrolisis kimiawi. Proses hidrolisis kimiawi memiliki banyak keuntungan, yaitu biaya yang dibutuhkan relatif murah, karena harga bahan kimia yang dipakai lebih murah dibandingkan harga enzim. Selain itu, proses hidrolisis enzim membutuhkan waktu berhari-hari sedangkan hidrolisis kimiawi hanya memerlukan waktu yang relatif lebih cepat (*Taherzadeh dkk., 1997; Palmqvist dan Hahn-Hagerdal, 2000*). Bahan kimia yang dapat dipakai



untuk memecah rantai polimer pada selulosa dan hemiselulosa adalah larutan asam, baik larutan asam pekat ataupun larutan asam encer. Larutan asam yang dapat digunakan ialah asam sulfat dan asam klorida.

II.1.2 Penelitian Terdahulu Pembuatan Bioetanol dengan Proses Hidrolisis Asam

Ketut Sari (2009) juga melakukan penelitian pembuatan bioetanol dengan ekstrak rumput gajah dengan penambahan volume HCl yang bervariasi 10-50 mL. Dalam penelitiannya didapatkan hasil terbaik pada fermentasi 200 gram rumput gajah dengan starter *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 10% selama 6 hari yaitu 27,71%. Penelitian Daniel De Idris, dkk (2009) dalam pembuatan bioetanol dari ampas jagud dengan proses hidrolisis asam dengan variabel HCl dan H_2SO_4 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N dan 0,5 N produksi Etanol optimum terjadi pada lama fermentasi 4 hari dengan kadar etanol 7,69%.

II.1.3 Sifat fisik dan kimia etanol

Hasil yang diinginkan dari fermentasi glukosa adalah etanol. Etanol mempunyai rumus dasar C_2H_5OH dan mempunyai sifat – sifat fisik sebagai berikut: cairan tidak berwarna, berbau khas menusuk hidung, mudah menguap, titik didih $78,32\text{ }^{\circ}C$, larut dalam air dan ether, densitas pada $15\text{ }^{\circ}C$ adalah 0,7937; spesifik panas pada $20\text{ }^{\circ}C$ adalah $0,579\text{ cal/g}\cdot^{\circ}C$, panas pembakaran pada keadaan cair adalah 328 Kcal, viskositas pada $20\text{ }^{\circ}C$ adalah 1,17 cp, flash point adalah sekitar $70\text{ }^{\circ}C$, berat molekul adalah 46,07 g/mol, terjadi dari reaksi fermentasi monosakarida, bereaksi dengan asam asetat, asam sulfat, asam nitrit, asam ionida (Soebijanto, 1986). Kebutuhan etanol di dunia makin meningkat, hal ini dapat juga dilihat pada kebutuhan etanol nasional

Tabel I.1

Tabel 2.1 Jumlah kebutuhan etanol nasional



Tahun	Kebutuhan etanol (Liter)
2001	25.251.852
2002	21.076.317
2003	34.063.193
2004	230.613.100

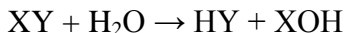
Sumber : BPS, Surabaya

II.1.4 Pembuatan Bioetanol

Bahan-bahan yang mengandung monosakarida ($C_6H_{12}O_6$) sebagai glukosa langsung dapat difermentasi menjadi etanol. Akan tetapi disakarida pati, atau pun karbohidrat kompleks harus dihidrolisa terlebih dahulu menjadi komponen sederhana, monosakarida. Oleh karena itu, agar tahap proses fermentasi dapat berjalan secara optimal, bahan tersebut harus mengalami perlakuan pendahuluan sebelum masuk ke dalam proses fermentasi. Disakarida seperti gula pasir ($C_{12}H_{22}O_{11}$) harus dihidrolisa menjadi glukosa. Polisakarida seperti selulosa harus diubah terlebih dahulu menjadi glukosa. Terbentuknya glukosa berarti proses pendahuluan telah berakhir dan bahan-bahan selanjutnya siap untuk difermentasi. Secara kimiawi proses fermentasi dapat berjalan cukup panjang, karena terjadi suatu deret reaksi yang masing-masing dipengaruhi oleh enzim-enzim khusus.

II.1.5 Hidrolisis

Hidrolisis adalah reaksi organik dan anorganik yang mana terdapat pengaruh air terhadap komposisi ganda (XY), menghasilkan hydrogen dengan komposisi Y dan komposisi X dengan hidroksil, dengan reaksi sebagai berikut :



Hidrolisis asam adalah hidrolisis dengan menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida (pati, selulosa) menjadi gula. Dalam hidrolisis asam biasanya digunakan asam chlorida (HCl)

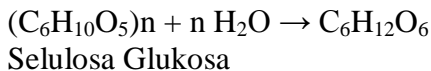


atau asam sulfat (H_2SO_4) dengan kadar tertentu. Hidrolisis ini biasanya dilakukan dalam tangki khusus yang terbuat dari baja tahan karat atau tembaga yang dihubungkan dengan pipa saluran pemanas dan pipa saluran udara untuk mengatur tekanan dalam udara (Soebijanto, 1986).

Proses hidrolisis ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. pH (derajat keasaman)
pH mempengaruhi proses hidrolisis sehingga dapat dihasilkan hidrolisis yang sesuai dengan yang diinginkan, pH yang baik untuk proses hidrolisis adalah 2,3 (Soebijanto, 1986).
2. Suhu
Suhu juga mempengaruhi proses kecepatan reaksi hidrolisis, suhu yang baik untuk hidrolisis selulosa adalah sekitar 21°C .
3. Konsentrasi
Konsentrasi mempengaruhi laju reaksi hidrolisis, untuk hidrolisis asam digunakan konsentrasi HCl pekat atau H_2SO_4 pekat (Groggins, 1985).

Dalam proses ini selulosa diubah menjadi glukosa dengan reaksi sebagai berikut:



Khamir adalah mikroorganisme bersel tunggal dengan ukuran antara 5-20 mikron, biasanya berukuran sampai 5-10 kali lebih besar dari bakteri. Terdapat berbagai macam bentuk ragi, bentuk ini tergantung pada pembelahannya. Sel khamir sering dijumpai secara sel tunggal, tetapi apabila anak-anak sel tidak dilepaskan dari induknya setelah pembelahan, maka akan terjadi bentuk yang disebut *pseudomiselum*. Khamir tidak bergerak, pembelahan khamir terjadi secara aseksual atau tunas. Khamir sangat berperan penting dalam membantu proses-proses pembuatan bir, salah satu khamir yang baik untuk pembuatan



etanol adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang mana tunasnya berkembang dari bagian permukaan sel induk (Buckle, 1985).

II.1.6 Fermentasi

Proses fermentasi yang dilakukan adalah proses fermentasi yang tidak menggunakan oksigen atau proses *anaerob*. Cara pengaturan produksi etanol dari gula cukup kompleks, konsentrasi substrat, oksigen, dan produk etanol, semua mempengaruhi metabolisme khamir, daya hidup sel, pertumbuhan sel, pembelahan sel, dan produksi etanol. Seleksi galur khamir yang cocok dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap baik konsentrasi, substrat ataupun alkohol merupakan hal yang penting untuk peningkatan hasil (Dwijoseputro, 1982). Fermentasi pertama kalinya dilakukan perlakuan dasar terhadap bibit fermentor/ persiapan starter. Dimana starter diinokulasikan sampai benar-benar siap menjadi fermentor, baru dimasukkan ke dalam substrat yang akan difermentasi (Dwijoseputro, 1982). Bibit fermentor yang biasa digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*, yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Mempunyai bentuk sel yang bulat, pendek oval, atau oval.
- 2) Mempunyai ukuran sel (4,2-6,6) x (5-11) mikron dalam waktu tiga hari pada 25 °C dan pada media agar.
- 3) Dapat berproduksi dengan cara penyembulan atau multilateral.
- 4) Mampu mengubah glukosa dengan baik.
- 5) Dapat berkembang dengan baik pada suhu antara 20-30 °C (Judoamidjojo, 1992).

II.1.7 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi

II.1.7.1 Nutrisi

Pada proses fermentasi, mikroorganisme sangat memerlukan nutrisi yang baik agar dapat diperoleh hasil



fermentasi yang baik. Nutrisi yang tepat untuk menyuplai mikroorganisme adalah nitrogen yang mana dapat diperoleh dari penambahan NH_3 , garam amonium, pepton, asam amino, urea. Nitrogen yang dibutuhkan sebesar 400-1000 gram/1000 L cairan. Dan fosfat yang dibutuhkan sebesar 400 gram/1000 L cairan (Soebijanto, 1986). Nutrisi yang lain adalah amonium sulfat dengan kadar 70-400 gram/100 L cairan (Judoamidjojo, 1992). pH yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah 4,5–5, tetapi pada pH 3,5 fermentasi masih dapat berjalan dengan baik dan bakteri pembusuk akan terhambat, untuk mengatur pH dapat digunakan NaOH dan HNO_3 .

II.1.7.2 Suhu dan Waktu

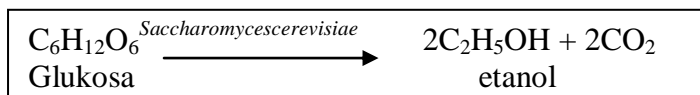
Suhu yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah antara 20-30°C. Makin rendah suhu fermentasi, maka akan semakin tinggi etanol yang akan dihasilkan, karena pada suhu rendah fermentasi akan lebih komplit dan kehilangan etanol karena terbawa oleh gas CO_2 akan lebih sedikit. Waktu yang dibutuhkan untuk fermentasi adalah 7 hari (Judoamidjojo, 1992).

II.1.7.3 Kandungan gula

Kandungan gula akan sangat mempengaruhi proses fermentasi, kandungan gula optimum yang diberikan untuk fermentasi adalah 25%, untuk permulaan, kadar gula yang digunakan adalah 16% (Sardjoko, 1991).

II.1.7.4 Volume starter

Menurut Sari (2009) Volume starter yang baik untuk melakukan fermentasi adalah 1/10 bagian dari volume substrat. Dalam proses fermentasi ini, glukosa dari hasil fermentasi diubah menjadi etanol dengan reaksi sebagai berikut:





II.2 Buah Maja



Gambar 2.1 Buah Maja

Maja (*Aegle marmelos* (L.) Correa, suku jeruk-jerukan atau Rutaceae) adalah tumbuhan berbentuk pohon yang tahan lingkungan keras tetapi mudah luruh daunnya dan berasal dari daerah Asia tropika dan subtropika. Tanaman ini biasanya dibudidayakan di

pekarangan dan diperawat dan dipanen buahnya. Maja masih berkerabat dekat dengan kawista. Di Bali dikenal sebagai *ibila*. Di Pulau Jawa, maja sering kali dipertukarkan dengan berenuk, meskipun keduanya adalah jenis yang berbeda. Tanaman ini mampu tumbuh dalam kondisi lingkungan yang keras, seperti suhu yang ekstrem; misalnya dari 49°C pada musim kemarau hingga -7 °C pada musim dingin di Punjab (India), pada ketinggian tempat mencapai +1.200 m.

Tabel 2.2 Klasifikasi Buah Maja

Klasifikasi ilmiah	
Kerajaan:	Plantae
Divisi:	Magnoliophyta
Kelas:	Magnoliopsida
Upakelas:	Rosidae
Ordo:	Sapindales
Famili:	Rutaceae
Genus:	<i>Aegle</i>
Spesies:	<i>A. marmelos</i>
Nama Binomial : <i>Aegle marmelos</i> (L.) Corr.	



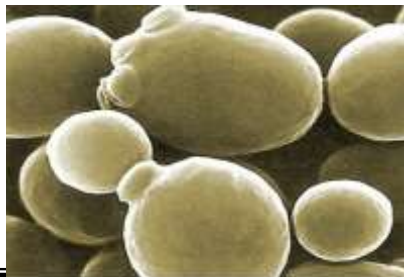
Di Asia Tenggara maja hanya dapat berbunga dan berbuah dengan baik jika ada musim kering yang kentara, dan tidak biasa dijumpai pada elevasi di atas 500 m. Maja mampu beradaptasi di lahan berawa, di tanah kering, dan toleran terhadap tanah yang agak basa. Warna kulit luar buah maja berwarna hijau tetapi isinya berwarna kuning atau jingga. Aroma buahnya harum dan cairannya manis, bertentangan dengan anggapan orang bahwa rasa buah maja adalah pahit. Sebagaimana jeruk, buah maja dapat diolah menjadi serbat, selai, sirup, atau nektar. Kulitnya dibuat *marmalade*. (Wikipedia,2013).

Tabel 2.3 Komposisi 100 gram Buah Maja

Kandungan	Jumlah (g)
Air	61,5
Protein	1,8
Lemak	0,39
Kabohidrat	31,8
Abu	1,7
Karoten	0,55
Tiamin	0,00013
Riboflavin	0,0119
Niasin	0,0011
Vitamin C	0,008
Tanin	2,23887

Sumber :Tanijogonegoro (2013)

II.3 *Saccharomyces cerevisiae*



**Gambar 2.2** *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae merupakan khamir sejati tergolong eukariot yang secara morfologi hanya membentuk blastospora berbentuk bulat lonjong, silindris, oval atau bulat telur yang dipengaruhi oleh strainnya. Dapat berkembang biak dengan membelah diri melalui "budding cell". Reproduksiya dapat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan serta jumlah nutrisi yang tersedia bagi pertumbuhan sel. Penampilan makroskopik mempunyai koloni berbentuk bulat, warna kuning muda, permukaan berkilau, licin, tekstur lunak dan memiliki sel bulat dengan askospora 1-8 buah (Nikon, 2004).

Tabel 2.4 Taksonomi *Saccharomyces cerevisiae*

Super Kingdom	Eukaryota
Phylum	Fungi
Subphylum	Ascomycota
Class	Saccharomycetes
Order	Saccharomycetales
Family	Saccharomycetaceae
Genus	Saccharomyces
Species	Saccharomyces cerevisiae

Sumber: Sanger (2004)

Khamir dapat berkembang biak dalam gula sederhana seperti glukosa, maupun gula kompleks disakarida yaitu sukrosa (Marx, 1991). Selain itu untuk menunjang kebutuhan hidup diperlukan oksigen, karbohidrat, dan nitrogen. Pada uji fermentasi gula, gula mempunyai reaksi positif pada gula dekstrosa, galaktosa, sukrosa, maltosa, raffinosa, trehalosa, dan negatif pada gula laktosa (Lodder, 1970). Komposisi kimia *S. cerevisiae* terdiri atas : protein kasar 50-52%, karbohidrat ; 30-



37%; lemase 4-5%; dan mineral 7-8% (Reed dan Nagoda Withana, 1991).

Tabel 2.5 Komposisi *Saccharomyces cerevisiae*

Senyawa	Jumlah (%)
Abu	5,0-9,5
Asam nukleat	6,0-12,0
Lemak	2,0-6,0
Nitrogen	7,5-8,5

Sumber: Suria Wiria (1990)

Salah satu mikroorganisme yang memiliki daya konversi gula menjadi etanol yang sangat tinggi adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Mikroorganisme ini menghasilkan enzim zimase dan intervase (glukosa dan fruktosa). Enzim intervase selanjutnya merubah glukosa menjadi etanol. Konsentrasi gula yang umumnya dibuat etanol 14-20%. Jika konsentrasi gula terlalu tinggi akan menghambat aktivitas khamir. Lama fermentasi 30-70 jam dengan kondisi fermentasi anaerob (Judoamidjojo, 1992).

II.4 AsamSulfat (H_2SO_4)

Asamsulfatbanyakdigunakandalamindustri.Cairankental, amatkorosif.Bereaksidenganjaringantubuh.Berbahayabilakontakd engankulitdanmata.Bereaksihebatdengan air danmengeluarkanpanas (eksotermis).Bereaksi pula denganlogam, kayu, pakaiandanzatorganik.Uapnyaamatiritatifterhadapsaluranpernapas an.

Sifat Fisik dan Kimia Asam Sulfat(H_2SO_4) , yaitu :

1. Berat Molekul : 98.08 (H_2SO_4)
2. Formula Kimia : H_2SO_4
3. Densitas : 1.842
4. pH : 0.9
5. BOILING POINT : 310 °C (94%)



6. MELTING POINT : -27°C (94%)
7. VAPOR PRESSURE : <0.001 mm Hg
(MSDS H_2SO_4)

II.5 Definisi Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS)

GCMS merupakan metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisis senyawa yaitu kromatografi gas (GC)

untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan spektrometri massa (MS) untuk menganalisis struktur molekul senyawa analit.

Gas kromatografi merupakan salah satu teknik spektroskopi yang menggunakan prinsip pemisahan campuran berdasarkan perbedaan kecepatan migrasi komponen-komponen penyusunnya. Gas kromatografi biasanya digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang terdapat dalam campuran gas dan juga menentukan konsentrasi suatu senyawa dalam fase gas.

Spektroskopi massa adalah suatu metode untuk mendapatkan berat molekul dengan cara mencari perbandingan massa terhadap muatan dari ion yang muatannya diketahui dengan mengukur jari-jari orbit melingkarnya dalam medan magnetik seragam.

Penggunaan kromatografi gas dapat dipadukan dengan spektroskopi massa.

Paduan keduanya dapat menghasilkan data yang lebih akurat dalam mengidentifikasi senyawa yang dilakukan dengan struktur molekulnya.

Kromatografi gas ini juga mirip dengan distilasi fraksional, karena kedua proses memisahkan komponen dari campuran terutama berdasarkan perbedaan titik didih (atau tekanan uap). Namun, distilasi fraksional biasanya digunakan untuk memisahkan komponen-komponen dari campuran pada skala besar, sedangkan GC dapat digunakan pada skala yang lebih kecil (yaitu mikro) (Pavia:2006).



Instrumentasi Cromatografi Mass Spectrometry (GCMS)

Rangkaian instrumentasi untuk gas kromatografi dan spektroskopi massa bergabung menjadi satu kesatuan rangkaian yang sering disebut dengan GCMS.

Instrumentasi Gas Kromatografi

a. Carrier Gas Supply

Gas pembawa (*carrier gas*) pada kromatografi gas sangatlah penting. Gas yang dapat digunakan pada dasarnya haruslah inert, kering, dan bebas oksigen. Kondisi seperti ini dibutuhkan karena gas pembawa ini dapat saja bereaksi dan dapat mempengaruhi gas yang akan dipelajari atau diidentifikasi.

b. Injeksi Sampel

Sejumlah kecil sampel yang akan dianalisis diinjeksikan pada mesin menggunakan semprotan kecil. Jarum semprot menembus lempeng karet tebal (Lempeng karet ini disebut septum) yang mana akan mengubah bentuknya kembali secara otomatis ketika semprot ditarik keluar dari lempeng karet tersebut.

c. Kolom

Ada dua tipe utama kolom dalam kromatografi gas-cair. Tipe pertama, tube panjang dan tipis berisi material padatan; Tipe kedua, lebih tipis dan memiliki fase diam yang berikatan dengan pada bagian terdalam permukaannya. Ada tiga hal yang dapat berlangsung pada molekul tertentu dalam campuran yang diinjeksikan pada kolom:

- Molekul dapat ber kondensasi pada fase diam.
- Molekul dapat larut dalam cairan pada permukaan fase diam
- Molekul dapat tetap pada fase gas

Instrumentasi Spektroskopi Massa

a. Sumber Ion

Setelah melewati rangkaian gas kromatografi, sampel gas yang akan diujikan lanjutkan melalui rangkaian spektroskopi massa.



Molekul-molekul yang melewati sumber ion ini diserang oleh elektron, dan dipecah menjadi ion positifnya. Tahap ini sangat penting karena untuk melewati filter, partikel-partikel sampel haruslah bermuatan.

b. Filter

Selama ion melalui rangkaian spektroskopi massa, ion-ion ini melalui rangkaian elektromagnetik yang menyaring ion berdasarkan perbedaan massa. Para ilmuwan memisahkan komponen-komponen massa untuk kemudian dipilih yang mana yang boleh melanjutkan yang mana yang tidak (prinsip penyaringan). Filter ini terus menyaring ion-ion yang berasal dari sumber ion untuk kemudian diteruskan ke detektor.

c. Detektor

Ada beberapa tipe detektor yang biasa digunakan. Detektor ionisasi sinyal dijelaskan pada bagian bawah penjelasan ini, merupakan detektor yang umum dan lebih mudah untuk dijelaskan daripada detektor alternatif lainnya.

Dalam mekanisme reaksi, pembakaran senyawa organik merupakan hal yang sangat kompleks. Selama proses, sejumlah ion-ion dan elektron-elektron dihasilkan. Kehadiran ion-ion dan elektron-elektron dapat dideteksi. Seluruh detektor ditutup dalam oven yang lebih panas dibandingkan dengan temperatur kolom. Hal itu menghentikannya dari kondensasi dalam detektor.

Hasil detektor akan direkam sebagai urutan puncak-puncak; setiap puncak mewakili satu senyawa dalam campuran yang melalui detektor. Sepanjang anda mengontrol secara hati-hati kondisi dalam kolom, anda dapat menggunakan waktu retensi untuk membantu mengidentifikasi senyawa yang tampak-tentu saja anda atau seseorang lain telah menganalisa senyawa murni dari berbagai senyawa pada kondisi yang sama.



(<http://fuadrofiqi.blogspot.com/2012/02/definisiinstrumentasi-prinsip-kerja.html>)

II.6 Keasaman Sebagai NaOH

keasaman sebagai NaOH tingkat kekuatan asam (dinyatakan sebagai NaOH) yang terdapat dalam bahan bakar etanol pada konsentrasi rendah ($< 0,05\%$). Keasaman tersebut bisa berasal dari kontaminasi atau penguraian/oksidasi etanol selama penyimpanan, distribusi, dan/atau pembuatan etanol. Larutan encer asam organik berberat molekul rendah, seperti asam asetat, sangat korosif terhadap sebagian besar logam sehingga konsentrasinya harus ditekan serendah mungkin. Keasaman total dapat pula dinyatakan sebagai mg NaOH/g contoh bahan bakar etanol. (*RSNI3 7390:2012*)

BAB III

METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

III.1. Tahap Pelaksanaan

1. Tahap pembuatan bubuk maja
2. Tahap hidrolisis
3. Tahap Fermentasi
4. Analisa bioetanol

III.2 Bahan yang Digunakan

Bahan baku

1. Buah Maja

Bahan pendukung Proses pembuatan bioetanol

Proses pembuatan bioetanol buah Maja

1. *Saccharomyces cerevisiae*.

Bahan kimia untuk analisa

1. H_2SO_4

III.3 Peralatan yang Digunakan

1. Timbangan Analisis
2. Pisau Stainless steel
3. Ayakan 140 mesh
4. Oven
5. loyang
6. Spatula
7. Beaker Glass
8. Gelas Ukur
9. Termometer
10. Pipet Tetes
11. Peralatan distilasi
12. Corong
13. Pemanas (Heating mantle)
14. Piknometer
15. Labu ukur
16. Cawan



III.4 Variabel yang Digunakan

- 1) Penambahan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 1%, 2% dan 3% pada proses fermentasi.
- 2) Lama waktu fermentasi sebanyak 3, 4, dan 5 hari

III.5 Prosedur Penelitian

III.5.1 Tahap Pembuatan Bubuk Buah Maja

III.5.1.1 Tahap Pembuatan Bubuk Buah Maja menggunakan oven 150°C selama 30 menit.

1. Mencuci buah maja dengan air sebanyak 500 ml.
2. Mengupas 1 kg buah maja
3. Mengiris buah maja hingga tebalnya 0,2- 0,3 mm.
4. Mengoven irisan buah maja dengan suhu 150°C selama 30 menit.
5. Menggiling irisan buah maja yang sudah kering dengan gilingan bubuk.
6. Mengayak bubuk buah maja dengan saringan 140 mesh.

III.5.2 Tahap Pembuatan Bioetanol

III.5.2.1 Hidrolisa Asam

1. Menimbang Bubuk Buah Maja Kering sebanyak 100 gram.
2. Menambahkan Aquadest 150 mL.
3. Menambahkan H_2SO_4 hingga pH menjadi 4-5.
4. Memanaskan larutan hidrolisa pada suhu 120°C selama 2 jam.

III.5.2.2 Fermentasi

1. Menambahkan *Saccharomyces cerevisiae* sesuai variabel.
2. Menutup wadah fermentasi agar hampa udara (lama fermentasi sesuai variabel).

**III.5.3 Pemurnian Bioetanol dengan Distilasi**

Proses destilasi dilakukan pada suhu 78°C , karena titik didih alkohol 78°C dan titik didih air 100°C .

Secara urutannya akan disajikan dalam blok diagram

Gambar III.1









III.5.4 Tahap pengujian bioetanol

1. Kadar etanol
2. Uji Sisa penguapan maksimum
3. uji standar untuk keasaman bioetanol terdenaturasi sesuai RSNI 37390:2012

III.5.4.1 Analisa Densitas Etanol dan Kadar Etanol

1. Menimbang berat piknometer kosong dan mencatat hasilnya
2. Memasukkan hasil destilasi etanol ke dalam hingga memenuhi piknometer
3. Menimbang piknometer yang telah berisi etanol dan mencatat hasilnya
4. Menghitung densitas dengan rumus :
$$\rho = (\text{berat piknometer isi} - \text{berat piknometer kosong}) : \text{volume piknometer}$$
5. Melihat kadar alkohol dari densitasnya yang didapat dengan Dari table 2-110 physical and chemical data ethyl alcohol perry's chemical engineer's handbook



III.5.4.2 Uji Sisa penguapan maksimum sesuai SNI 3565:2009

1. Menimbang cawan penguap bersih dan kering (a) g.
2. Pipet 10 mL bioetanol ke dalam cawan penguap yang telah diketahui beratnya.
3. Cawan dikeringkan dalam oven pengering pada suhu 105 °C sampai berat tetap. Dinginkan dalam desikator sebelum ditimbang. Timbang kembali (b) g.

Perhitungan :

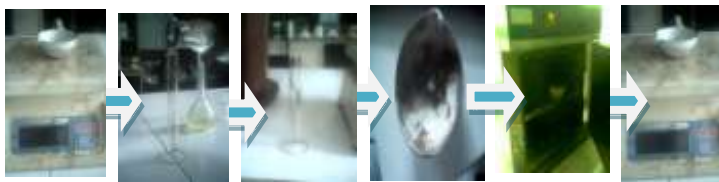
$$\text{Sisa penguapan (mg / L)} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$



dengan:

a adalah berat cawan kosong (gram);

b adalah berat cawan setelah contoh diuapkan dan dikeringkan (gram)



III.5.4.3 uji standar untuk keasaman bioetanol terdenaturasi sesuai RSNI3 7390:2012

1. Memasukkan Kedalam labu Erlenmeyer 25 mL, pipet 5 mL etanol 95%.
2. Tambahkan 0,05 mL larutan indikator fenolftalein. Titrasi alkohol pelarut ini dengan larutan NaOH 0,05 N dari buret 10 mL berskala-terkecil 0,05 mL, hingga warna fenolftalein tepat berubah (teramati warna merah muda untuk pertama kali).
3. Pipet 5 mL bioetanol hasil fermentasi yang dianalisis ke dalam labu Erlenmeyer dan titrasi dengan larutan NaOH 0,05 N hingga warna merah muda yang sama teramati kembali.

Perhitungan :

$$\text{keasaman sebagai } \frac{\text{NaOH}}{\text{gram contoh}} = \frac{(V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH}) : \text{gram contoh}}{\text{Densitas}}$$

dengan:

V = volume larutan NaOH yang diperlukan untuk menitrasi cuplikan, mL.

N = normalitas larutan NaOH.

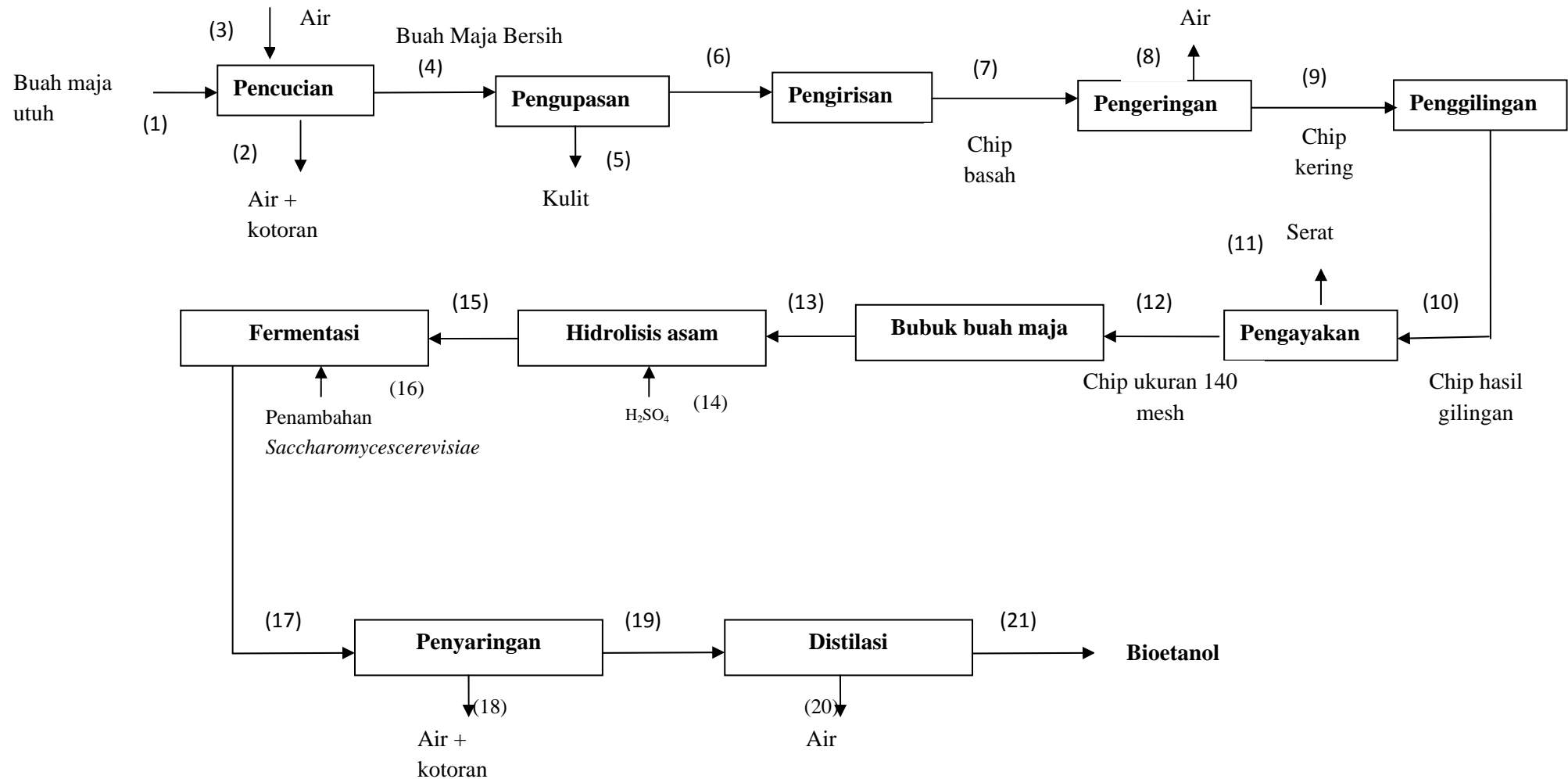


D = berat jenis contoh bioetanol yang dianalisis pada temperatur pengujian.



III.5.5 Tempat Pelaksanaan

Penelitian tugas akhir dengan judul ” Pembuatan Bioetanol dari Buah Maja (*Aegle marmelos* (L.) dengan proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi ,kami laksanakan di laboratorium Kimia Analit lantai 2, kampus D3 Teknik Kimia FTI-ITS. Alasan kami, karena laboratorium Kimia Organik lantai 2 terdapat bahan dan alat-alat yang dibutuhkan sebagai penunjang penelitian yang kami laksanakan.



Gambar III.1 Blog Diagram pembuatan Bioetanol dari buah Maja

BAB IV

HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Inovasi

Hasil analisa bioetanol buah maja dengan perhitungan rendemen, sisa penguapan maksimum dan keasaman sebagai NaOH disajikan pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan

Hari	Penambahan yeast	Rendemen (%)	sisa penguapan maksimum (mg/L)	Keasaman sebagai NaOH (mg/L)
3	1%	2,1	8,7	0,0070
3	2%	3,9	8,7	0,0070
3	3%	4,7	8,5	0,0060
4	1%	4,4	8,9	0,0060
4	2%	5,3	8,5	0,0060
4	3%	5,6	7,9	0,0058
5	1%	6,4	7,7	0,0053
5	2%	7	6,4	0,0058
5	3%	7,5	5	0,0058



Hasil perbandingan kadar etanol yang didapatkan dengan menggunakan GC-MS tabel 4.2 sebagai berikut:

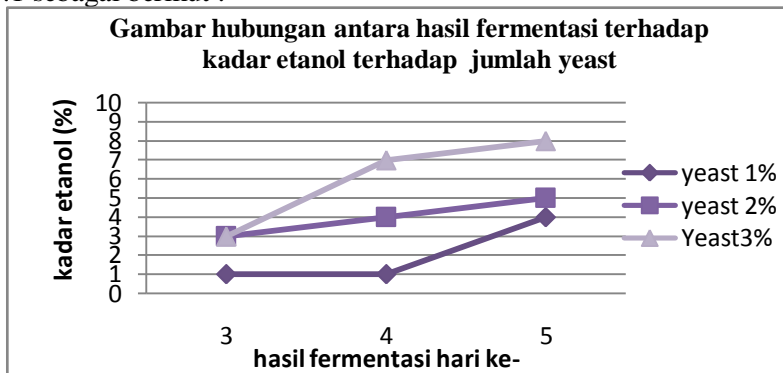
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan kadar etanol dengan GC-MS

Hasil fermentasi dengan	% kadar etanol yang didapat dari analisa GC-MS
Yeast 1% dengan fermentasi 3 hari	0,000022031
Yeast 1% dengan fermentasi 4 hari	0,000012211
Yeast 1% dengan fermentasi 5 hari	0,000049036
Yeast 2% dengan fermentasi 3 hari	0,000009036
Yeast 2% dengan fermentasi 4 hari	0,000043333
Yeast 2% dengan fermentasi 5 hari	0,000249036
Yeast 3% dengan fermentasi 3 hari	0,000019022
Yeast 3% dengan fermentasi 4 hari	0,000248111
Yeast 3% dengan fermentasi 5 hari	0,000329034



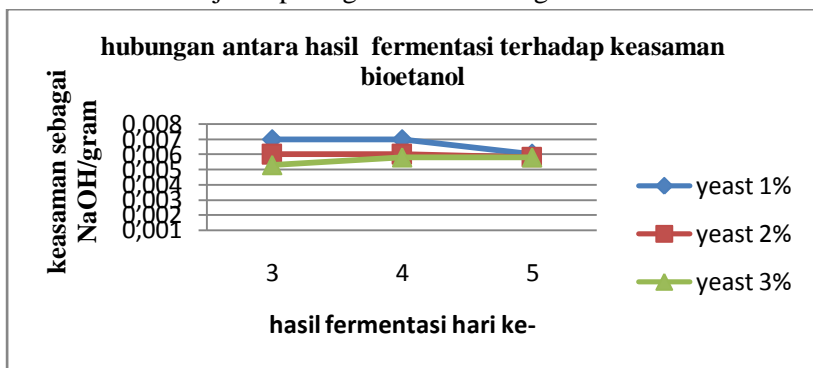
IV.2. Gambar Hasil Inovasi

Gambar hubungan antara hasil fermentasi terhadap kadar etanol pada variasi jumlah yeast yang digunakan disajikan pada gambar 4.1 sebagai berikut :



Gambar 4.1 Gambar hubungan antara hasil fermentasi terhadap kadar etanol pada variasi jumlah yeast yang digunakan.

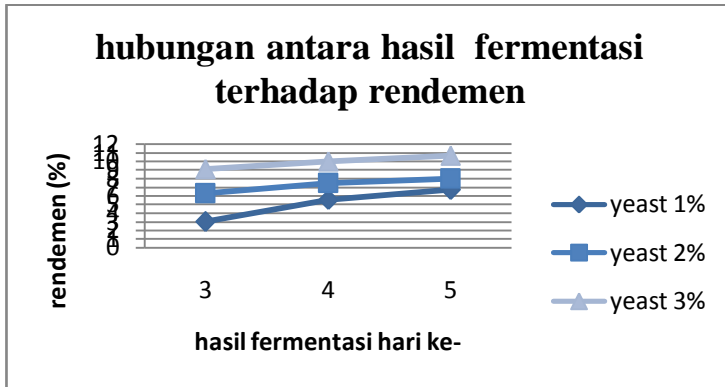
Gambar hubungan antara hasil fermentasi terhadap keasaman bioetanol kami sajikan pada gambar 4.2 sebagai berikut:



Gambar 4.2 Gambar hubungan antara hasil fermentasi terhadap keasaman bioetanol.

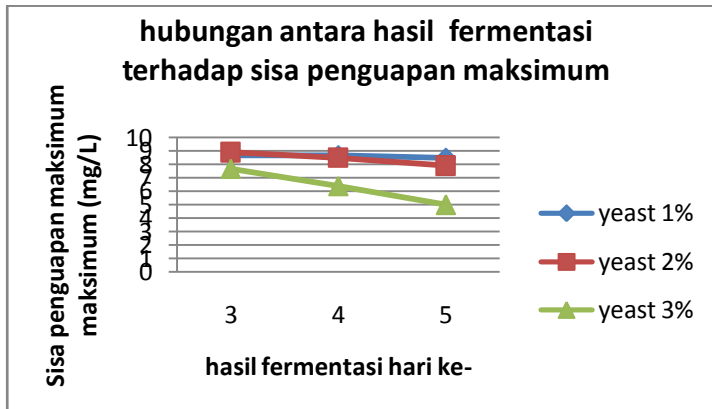


Gambar hubungan antara hasil fermentasi terhadap rendemen bioetanol buah maja, kami sajikan pada grafik berikut :



Gambar 4.3 Gambar hubungan antara hasil fermentasi terhadap rendemen.

Gambar hubungan antara hasil fermentasi terhadap sisa penguapan maksimum kami sajikan pada gambar 4.4 sebagai berikut:



Gambar 4.4 Gambar hubungan antara hasil fermentasi terhadap sisa penguapan maksimum.



IV.3. Pembahasan

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa hasil rendemen tertinggi Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast sebesar 3 %. Rendemen Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 1%, 2%, 3% yaitu sebesar 2,1% , 3,9% , 4,7%. rendemen Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 1%, 2%, 3% sebesar 4,4%, 5,3% , 5,6%. rendemen Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 1%, 2%, 3% sebesar 6,4% , 7% , 7,5%. Hasil Rendemen tertinggi adalah bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan penambahan 3% yeast. Menurut Winarno (1986), *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai dayakonversi gula sangat tinggi karena menghasilkan enzim invertase dan zimase. Enzim invertase berfungsi sebagai pemecah sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa). Enzim zimase mengubah glukosa menjadi etanol. Semakin banyak kadar *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan untuk fermentasi, maka semakin banyak pula gula yang terkonversi menjadi etanol.

Dari hasil percobaan fermentasi 3 sampai 5 hari dengan variasi yeast 1%, 2%, dan 3%, diketahui bahwa kadar etanol tertinggi pada hari kelima dengan variasi yeast. Etanol diperoleh dari fermentasi pati yang berkataliskan asam. Asam memecah karbohidrat menjadi glukosa kemudian glukosa diubah menjadi etanol. Pada proses ini etanol diproduksi secara alamiah oleh mikroorganisme tertentu. Mikroorganisme yang paling umum digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Untuk mendapatkan etanol dengan konsentrasi yang lebih tinggi, larutan tersebut harus di distilasi. Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kadar etanol paling tinggi pada waktu fermentasi selama 5 hari untuk masing-masing variasi ragi. Dari penelitian ini diperoleh kadar etanol tertinggi pada waktu fermentasi 5 hari dengan yeast 3%, yaitu 0,000329034% etanol. Hal ini disebabkan pertumbuhan mikroba maksimum seiring dengan banyaknya persediaan makanan (substrat) dan mikroba telah beradaptasi



terhadap lingkungan dengan baik. Hal ini sesuai dengan penelitian Arif,dkk (2009) melakukan penelitian pembuatan bioetanol dengan waktu fermentasi 2-10 hari dan berat yeast bervariasi yaitu 10 gram, 15 gram, dan 20 gram. Didapatkan kadar etanol tertinggi sebanyak 95% pada fermentasi pada hari ke-10 dengan 20 gram yeast. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak etanol yang didapatkan. Semakin banyak yeast yang digunakan maka semakin banyak gula yang terhidrolisis menjadi etanol. Secara keseluruhan bioetanol yang dihasilkan untuk sekali distilasi belum memenuhi standar SNI 3565:2009 menyatakan kadar etanol nabati untuk mutu 1 sebesar 96,3% (v/v), untuk mutu 2 sebesar 96,1% (v/v), dan untuk mutu 3 sebesar 95% (v/v). Agar memperoleh kadar etanol lebih murni dapat dilakukan distilasi bertingkat.

Semakin murni etanol maka semakin mudah menguap, sehingga jika digunakan sebagai bahan bakar tidak menempel pada mesin dan menyebabkan korosi. Sisa penguapan maksimum Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 1%,2%,3% sebesar 8,7 mg/L, 8,7 mg/L, 8,5 mg/L. Sisa penguapan maksimum Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 1%,2%,3% sebesar 8,9 mg/L, 8,5 mg/L, 7,9 mg/L. Sisa penguapan maksimum Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 1%,2%,3% sebesar 7,7 mg/L, 6,4 mg/L, 5 mg/L. Dari gambar IV.3 diketahui bahwa sisa penguapan maksimal yang menempel pada cawan paling sedikit adalah etanol hasil fermentasi 3% yeast selama 5 hari, yakni sebesar 5 mg/L dan etanol yang menempel pada cawan paling banyak adalah etanol hasil fermentasi 1% yeast dan 2 % yeast selama 3 hari sisa penguapan maksimum maksimum 8,7 mg/L karena kadar etanol tersebut tidak semurni etanol hasil fermentasi 3% yeast selama 5 hari dimungkinkan etanol tersebut masih mengandung air sehingga air yang



tertinggal tersebut menempel pada cawan dan menyebabkan korosi. Hal ini sesuai dengan sifat alkohol yang mudah menguap dari MSDS Ethanol. Semakin murni etanol maka semakin mudah menguap. Secara keseluruhan hasil dari bioetanol buah maja pada penambahan yeast 1%, 2% dan 3% selama 3, 4, 5 hari sudah sesuai dengan SNI 3565:2009 yang menyatakan hasil penguapan maksimum minimal 25 mg/L.

Hasil perhitungan keasaman Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 1%, 2%, 3% sebesar 0,007 mg/L, 0,007 mg/L, 0,006 mg/L. Hasil perhitungan keasaman pada Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 1%, 2%, 3% sebesar 0,006 mg/L, 0,006 mg/L, 0,0058 mg/L. Hasil perhitungan keasaman Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 1%, 2%, 3% sebesar 0,0053 mg/L, 0,0058 mg/L, 0,0058 mg/L. Secara keseluruhan bioetanol buah maja yang dihasilkan memenuhi SNI etanol mutu 1 yakni maksimal 20 mg/L. Tingkat kekuatan asam (dinyatakan sebagai asam asetat) yang terdapat dalam bahan bakar etanol pada konsentrasi rendah ($<0,05\%$). Keasaman tersebut bisa berasal dari kontaminasi atau penguraian/oksidasi etanol selama penyimpanan, distribusi, dan/atau pembuatan etanol. Larutan encer asam organik berberat molekul rendah, seperti asam asetat, sangat korosif terhadap sebagian besar logam sehingga konsentrasinya harus ditekan serendah mungkin. Keasaman total dapat pula dinyatakan sebagai mg NaOH/g contoh bahan bakar etanol. (RSNI 3 7390:2012).

BAB V NERACA MASSA

V.1 Neraca Massa Buah Maja

Asumsi: dalam skala *laboratorium*

Bahan yang masuk : 10 kg

NERACA MASSA TOTAL

Tabel 5.1 Komposisi buah maja pada 100 gram buah maja

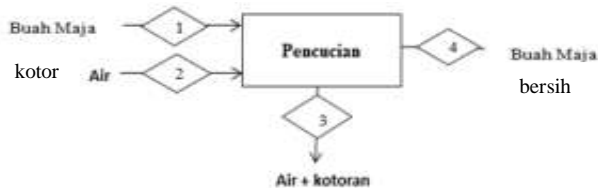
Kandungan	Jumlah (g)
Air	61,5
Protein	1,8
Lemak	0,39
Pati	31,8
Abu	1,7
Karoten	0,55
Tiamin	0,00013
Riboflavin	0,0119
Niasin	0,0011
Vitamin C	0,008
Tanin	2,23887

Ket : * hasil penelitian *Tanijogonegoro (2013)*

V.2 Tahap Persiapan Bahan Baku

V.2.1 Pencucian Buah Maja

Fungsi : untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terdapat pada Buah maja



**Tabel 5.2** Neraca Massa Total pada proses pencucian

Bahanmasuk		Bahankeluar	
Komponen	berat (g)	komponen	berat (g)
Aliran(1)		Aliran (4)	
Buah Maja kotor	10250	Buah Maja bersih	10000
Aliran(2)		Aliran(3)	
Air	20000	Air	20000
		Kotoran	250
Total	30250	total	30250

Perhitungan komposisi (gr)

Aliran 1

Pati	$= 31,8\% \times 10000 \text{ gr} = 3180 \text{ gr}$
Air	$= 61,5\% \times 10000 \text{ gr} = 6150 \text{ gr}$
Protein	$= 1,8\% \times 10000 \text{ gr} = 180 \text{ gr}$
Lemak	$= 0,39\% \times 10000 \text{ gr} = 39 \text{ gr}$
Abu	$= 1,7\% \times 10000 \text{ gr} = 170 \text{ gr}$
Karoten	$= 0,55\% \times 10000 \text{ gr} = 55 \text{ gr}$
Tiamin	$= 0,00013\% \times 10000 \text{ gr} = 0,013 \text{ gr}$
Riboflavin	$= 0,0119\% \times 10000 \text{ gr} = 1,19 \text{ gr}$
Niasin	$= 0,0011\% \times 10000 \text{ gr} = 0,11 \text{ gr}$
Vitamin C	$= 0,008\% \times 10000 \text{ gr} = 0,8 \text{ gr}$
Tanin	$= 2,23887\% \times 10000 \text{ gr} = 223,887 \text{ gr}$

Aliran 4

Pati	$= 31,8\% \times 10000 \text{ gr} = 3180 \text{ gr}$
Air	$= 61,5\% \times 10000 \text{ gr} = 6150 \text{ gr}$
Protein	$= 1,8\% \times 10000 \text{ gr} = 180 \text{ gr}$
Lemak	$= 0,39\% \times 10000 \text{ gr} = 39 \text{ gr}$
Abu	$= 1,7\% \times 10000 \text{ gr} = 170 \text{ gr}$
Karoten	$= 0,55\% \times 10000 \text{ gr} = 55 \text{ gr}$
Tiamin	$= 0,00013\% \times 10000 \text{ gr} = 0,013 \text{ gr}$
Riboflavin	$= 0,0119\% \times 10000 \text{ gr} = 1,19 \text{ gr}$



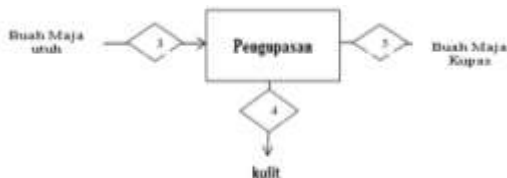
Niasin = $0,0011\% \times 10000 \text{ gr} = 0,11 \text{ gr}$
Vitamin C = $0,008\% \times 10000 \text{ gr} = 0,8 \text{ gr}$
Tanin = $2,23887\% \times 10000 \text{ gr} = 223,887 \text{ gr}$

Tabel 5.3 Neraca Massa komponen pada proses pencucian

Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran(1)		Aliran (4)	
Air	6150	Air	6150
Protein	180	Protein	180
Lemak	39	Lemak	39
Pati	3180	Pati	3180
Abu	170	Abu	170
Karoten	55	Karoten	55
Tiamin	0,013	Tiamin	0,013
Riboflavin	1,19	Riboflavin	1,19
Niasin	0,11	Niasin	0,11
Vitamin C	0,8	Vitamin C	0,8
Tanin	223,887	Tanin	223,887
Aliran(2)		Aliran(3)	
Air	20000	air + kotoran	20250
kotoran	250		
Total	30250	Total	30250



V.2.2 Pengupasan buah maja



Tabel 5.4 Neraca Massa Total pada proses pengupasan

Bahanmasuk		Bahankeluar	
Komponen	berat (g)	Komponen	berat (g)
Aliran(3)		Aliran (5)	
Buah Maja utuh	10000	Buah Maja setelah di kupas	9500
		Aliran(4)	
		Kulit	500
Total	10000	Total	10000

Perhitungan komposisi (gr)

Aliran 3

Pati	$= 31,8\% \times 10000 \text{ gr} = 3180 \text{ gr}$
Air	$= 61,5\% \times 10000 \text{ gr} = 6150 \text{ gr}$
Protein	$= 1,8\% \times 10000 \text{ gr} = 180 \text{ gr}$
Lemak	$= 0,39\% \times 10000 \text{ gr} = 39 \text{ gr}$
Abu	$= 1,7\% \times 10000 \text{ gr} = 170 \text{ gr}$
Karoten	$= 0,55\% \times 10000 \text{ gr} = 55 \text{ gr}$
Tiamin	$= 0,00013\% \times 10000 \text{ gr} = 0,013 \text{ gr}$
Riboflavin	$= 0,0119\% \times 10000 \text{ gr} = 1,19 \text{ gr}$
Niasin	$= 0,0011\% \times 10000 \text{ gr} = 0,11 \text{ gr}$
Vitamin C	$= 0,008\% \times 10000 \text{ gr} = 0,8 \text{ gr}$
Tanin	$= 2,23887\% \times 10000 \text{ gr} = 223,887 \text{ gr}$



Aliran 5

Pati	$= 31,8\% \times 9500 \text{ gr} = 3021 \text{ gr}$
Air	$= 61,5\% \times 9500 \text{ gr} = 5842,5 \text{ gr}$
Protein	$= 1,8\% \times 9500 \text{ gr} = 171 \text{ gr}$
Lemak	$= 0,39\% \times 9500 \text{ gr} = 37,05 \text{ gr}$
Abu	$= 1,7\% \times 9500 \text{ gr} = 161,5 \text{ gr}$
Karoten	$= 0,55\% \times 9500 \text{ gr} = 52,25 \text{ gr}$
Tiamin	$= 0,00013\% \times 9500 \text{ gr} = 0,01235 \text{ gr}$
Riboflavin	$= 0,0119\% \times 9500 \text{ gr} = 1,1305 \text{ gr}$
Niasin	$= 0,0011\% \times 9500 \text{ gr} = 0,1045 \text{ gr}$
Vitamin C	$= 0,008\% \times 9500 \text{ gr} = 0,76 \text{ gr}$
Tanin	$= 2,23887\% \times 9500 \text{ gr} = 212,69265 \text{ gr}$

Tabel 5.5 Neraca Massa Komponen pada proses pengupasan

Bahan masuk		Bahan keluar	
komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran(3)		Aliran (5)	
Air	6150	Air	5842,5
Protein	180	Protein	171
Lemak	39	Lemak	37,05
Pati	3180	Pati	3021
Abu	170	Abu	161,5
Karoten	55	Karoten	52,25
Tiamin	0,013	Tiamin	0,01235
Riboflavin	1,19	Riboflavin	1,1305
Niasin	0,11	Niasin	0,1045
Vitamin C	0,8	Vitamin C	0,76
Tanin	223,887	Tanin	212,69265



		Aliran(4)	
		kulit	500
Total	10000	total	10000

V.2.3 Pengirisan buah maja

Fungsi: untuk memperkecil ukuran buah maja



Tabel 5.6 Neraca Massa total pada proses pengirisan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	berat (g)	Komponen	berat (g)
Aliran (5)		Aliran (6)	
Buah maja utuh	9500	Chip buah maja basah	9500
Total	9500	Total	9500

Perhitungan berat tiap aliran :

Aliran 5

Pati	= 31,8% x 9500 gr = 3021 gr
Air	= 61,5 % x 9500 gr = 5842,5gr
Protein	= 1,8% x 9500 gr = 171gr
Lemak	= 0,39% x 9500 gr = 37,05gr
Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

**Aliran 6**

Pati	$= 31,8\% \times 9500 \text{ gr} = 3021 \text{ gr}$
Air	$= 61,5\% \times 9500 \text{ gr} = 5842,5 \text{ gr}$
Protein	$= 1,8\% \times 9500 \text{ gr} = 171 \text{ gr}$
Lemak	$= 0,39\% \times 9500 \text{ gr} = 37,05 \text{ gr}$
Abu	$= 1,7\% \times 9500 \text{ gr} = 161,5 \text{ gr}$
Karoten	$= 0,55\% \times 9500 \text{ gr} = 52,25 \text{ gr}$
Tiamin	$= 0,00013\% \times 9500 \text{ gr} = 0,01235 \text{ gr}$
Riboflavin	$= 0,0119\% \times 9500 \text{ gr} = 1,1305 \text{ gr}$
Niasin	$= 0,0011\% \times 9500 \text{ gr} = 0,1045 \text{ gr}$
Vitamin C	$= 0,008\% \times 9500 \text{ gr} = 0,76 \text{ gr}$
Tanin	$= 2,23887\% \times 9500 \text{ gr} = 212,69265 \text{ gr}$

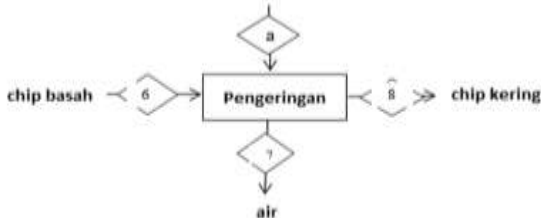
Tabel 5.7 Neraca Massa komponen pada proses pengirisan

Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran(5)		Aliran (6)	
Air	5842,5	Air	5842,5
Protein	171	Protein	171
Lemak	37,05	Lemak	37,05
Pati	3021	Pati	3021
Abu	161,5	Abu	161,5
Karoten	52,25	Karoten	52,25
Tiamin	0,01235	Tiamin	0,01235
Riboflavin	1,1305	Riboflavin	1,1305
Niasin	0,1045	Niasin	0,1045
Vitamin C	0,76	Vitamin C	0,76
Tanin	212,69265	Tanin	212,69265
Total	9500	total	9500



V.2.4 Pengeringan chip buah maja basah

Fungsi: untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada chip buah maja basah



Tabel 5.8 Neraca Massa total pada proses pengeringan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	berat (g)	Komponen	berat (g)
Aliran (6)		Aliran (8)	
Chip basah	9500	Chip kering	3657,5
		Aliran (7)	
		Air	5842,5
Total	9500	Total	9500

Perhitungan berat tiap aliran :

Aliran 6

Pati	$= 31,8\% \times 9500 \text{ gr} = 3021 \text{ gr}$
Air	$= 61,5\% \times 9500 \text{ gr} = 5842,5 \text{ gr}$
Protein	$= 1,8\% \times 9500 \text{ gr} = 171 \text{ gr}$
Lemak	$= 0,39\% \times 9500 \text{ gr} = 37,05 \text{ gr}$
Abu	$= 1,7\% \times 9500 \text{ gr} = 161,5 \text{ gr}$
Karoten	$= 0,55\% \times 9500 \text{ gr} = 52,25 \text{ gr}$
Tiamin	$= 0,00013\% \times 9500 \text{ gr} = 0,01235 \text{ gr}$
Riboflavin	$= 0,0119\% \times 9500 \text{ gr} = 1,1305 \text{ gr}$
Niasin	$= 0,0011\% \times 9500 \text{ gr} = 0,1045 \text{ gr}$
Vitamin C	$= 0,008\% \times 9500 \text{ gr} = 0,76 \text{ gr}$
Tanin	$= 2,23887\% \times 9500 \text{ gr} = 212,69265 \text{ gr}$

**Aliran 8**

Pati	$= 31,8\% \times 9500 \text{ gr} = 3021 \text{ gr}$
Air	$= 61,5\% \times 9500 \text{ gr} = 5842,5 \text{ gr}$
Protein	$= 1,8\% \times 9500 \text{ gr} = 171 \text{ gr}$
Lemak	$= 0,39\% \times 9500 \text{ gr} = 37,05 \text{ gr}$
Abu	$= 1,7\% \times 9500 \text{ gr} = 161,5 \text{ gr}$
Karoten	$= 0,55\% \times 9500 \text{ gr} = 52,25 \text{ gr}$
Tiamin	$= 0,00013\% \times 9500 \text{ gr} = 0,01235 \text{ gr}$
Riboflavin	$= 0,0119\% \times 9500 \text{ gr} = 1,1305 \text{ gr}$
Niasin	$= 0,0011\% \times 9500 \text{ gr} = 0,1045 \text{ gr}$
Vitamin C	$= 0,008\% \times 9500 \text{ gr} = 0,76 \text{ gr}$
Tanin	$= 2,23887\% \times 9500 \text{ gr} = 212,69265 \text{ gr}$

Tabel 5.9 Neraca Massa komponen pada proses pengeringan

Bahan masuk		Bahan keluar	
komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran(6)		Aliran (8)	
Air	5842,5		
Protein	171	Protein	171
Lemak	37,05	Lemak	37,05
Pati	3021	Pati	3021
Abu	161,5	Abu	161,5
Karoten	52,25	Karoten	52,25
Tiamin	0,01235	Tiamin	0,01235
Riboflavin	1,1305	Riboflavin	1,1305
Niasin	0,1045	Niasin	0,1045
Vitamin C	0,76	Vitamin C	0,76
Tanin	212,69265	Tanin	212,69265
		Aliran (7)	



		Air	5842,5
Total	9500	Total	9500

V.2.5 Penghancuran chip buah maja kering

Fungsi: untuk menghaluskan buah maja yang telah kering



Tabel 5.10 Neraca Massa total pada proses penghancuran

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran (8)		Aliran (9)	
Chip kering	3657,5	bubukbuah maja	3657,5
Total	3657,5	Total	3657,5

Perhitungan berat tiap aliran :

Aliran 8

Pati	= 31,8% x 9500 gr = 3021 gr
Protein	= 1,8% x 9500 gr = 171gr
Lemak	= 0,39% x 9500 gr = 37,05gr
Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

Aliran 9

Pati	= 31,8% x 9500 gr = 3021 gr
Protein	= 1,8% x 9500 gr = 171gr
Lemak	= 0,39% x 9500 gr = 37,05gr



Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

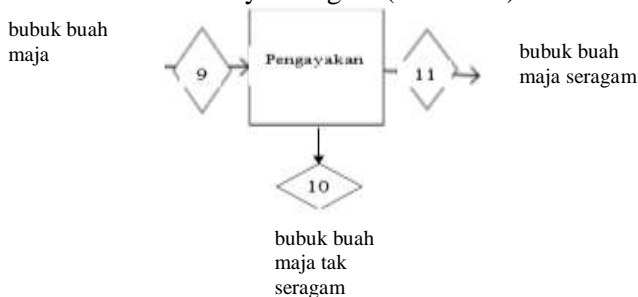
Tabel 5.11 Neraca Massa komponen pada proses penghancuran

Bahan masuk		Bahan keluar	
komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran(8)		Aliran (9)	
Protein	171	Protein	171
Lemak	37,05	Lemak	37,05
Pati	3021	Pati	3021
Abu	161,5	Abu	161,5
Karoten	52,25	Karoten	52,25
Tiamin	0,01235	Tiamin	0,01235
Riboflavin	1,1305	Riboflavin	1,1305
Niasin	0,1045	Niasin	0,1045
Vitamin C	0,76	Vitamin C	0,76
Tanin	212,69265	Tanin	212,69265
total	3657,5	total	3657,5



V.2.6 Pengayakan bubuk buah maja

Fungsi: untuk menghaluskan bubuk buah maja sehingga ukurannya seragam (140 mesh)



Tabel 5.12 Neraca Massa total pada proses pengayakan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran (9)		Aliran (10)	
bubuk buah maja	3657,5	Bubuk buah maja tak seragam	57,5
		Aliran (11)	
		bubuk buah maja seragam	3600
Total	3657,5	Total	3657,5

Perhitungan berat tiap aliran :

Aliran 9

Pati	= 31,8% x 9500 gr = 3021 gr
Protein	= 1,8% x 9500 gr = 171gr
Lemak	= 0,39% x 9500 gr = 37,05gr
Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr



Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

Aliran 11

Pati	= 31,8% x 3600gr = 1144,8 gr
Protein	= 1,8% x 3600 gr = 64,8 gr
Lemak	= 0,39% x 3600 gr = 14,04gr
Abu	= 1,7% x 3600 gr = 61,2 gr
Karoten	= 0,55% x 3600 gr = 19,8 gr
Tiamin	= 0,00013% x 3600 gr = 0,00468gr
Riboflavin	= 0,0119% x 3600 gr = 0,4284 gr
Niasin	= 0,0011% x 3600 gr = 0,0396 gr
Vitamin C	= 0,008% x 3600 gr = 0,288 gr
Tanin	= 2,23887% x 3600 gr = 80,59932gr

Tabel V.13 Neraca Massa komponen pada proses pengayakan

Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran (9)		Aliran (11)	
Protein	171	Protein	64,8
Lemak	37,05	Lemak	14,04
Pati	3021	Pati	1144,8
Abu	161,5	Abu	61,2
Karoten	52,25	Karoten	19,8
Tiamin	0,01235	Tiamin	0,00468
Riboflavin	1,1305	Riboflavin	0,4284
Niasin	0,1045	Niasin	0,0396
Vitamin C	0,76	Vitamin C	0,288

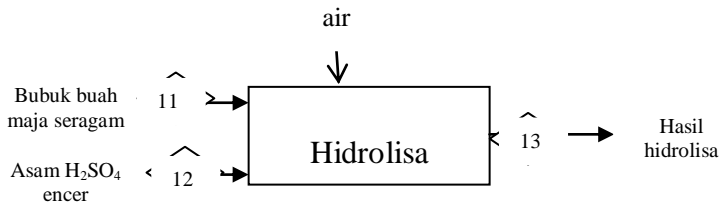


Tanin	212,69265	Tanin	80,59932
		Aliran (10)	
		Bubuk buah maja tak seragam	57,5
total	3657,5	Total	3657,5

V.3 Tahap Pembuatan Bioetanol

V.3.1 Hidrolisa

Fungsi: merubah pati pada buah maja menjadi glukosa dengan bantuan asam.



Tabel 5.14 Neraca Massa total pada proses hidrolisa

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
komponen	Berat (g)	Komponen	Berat (g)
Aliran (11)		Aliran (13)	
Bubuk buah maja seragam	100	Glukosa	0,0001921
		Buah maja tak terkonversi	38,6408
Aliran (12)			
Asam encer	0,059		
Air	1000,941	Air	1000,8
		Asam H ₂ SO ₄	0,059
		Massa yang hilang	61,5
Total	1101	Total	1101



Bubuk buah maja kering yang digunakan dalam percobaan sebanyak 100 gram.

Asumsi : n pati = 1000

Diketahui : BM pati 162000 g/mol

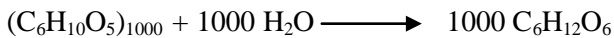
BM air = 18 g/mol

BM glukosa = 180,16 g/mol

$$(C_6H_{10}O_5)_{1000} \text{mula-mula} = \frac{\text{berat pati}}{\text{BM pati}} = \frac{31,8}{162000} = 0,00002 \text{ mol}$$

$$H_2O \text{ mula-mula} = \frac{\text{berat air}}{\text{BM air}} = \frac{1000,941}{18} = 55,6 \text{ mol}$$

Reaksi



$$M : 0,0000255,6$$

$$R : \frac{1,066 \cdot 10^{-9} 1,066 \cdot 10^{-9} 1,066 \cdot 10^{-6}}{}$$

$$S : 1,99989 \cdot 10^{-5} 55,599999 1,066 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Pati sisa} = 1,99989 \cdot 10^{-5} \times 162000 = 3,2398273 \text{ gr}$$

$$\text{Air sisa} = 55,599999 \times 18 = 1000,8 \text{ gr}$$

$$\text{Glukosa terbentuk} = 1,066 \cdot 10^{-6} \times 180,16 = 0,0001921 \text{ gr}$$

perhitungan prosentase tiap aliran

Aliran 11

$$\text{Pati} = 31,8\% \times 100 \text{ gr} = 31,8 \text{ gr}$$

$$\text{Protein} = 1,8\% \times 100 \text{ gr} = 1,8 \text{ gr}$$

$$\text{Lemak} = 0,39\% \times 100 \text{ gr} = 0,39 \text{ gr}$$

$$\text{Abu} = 1,7\% \times 100 \text{ gr} = 1,7 \text{ gr}$$

$$\text{Karoten} = 0,55\% \times 100 \text{ gr} = 0,55 \text{ gr}$$

$$\text{Tiamin} = 0,00013\% \times 100 = 0,00013 \text{ gr}$$

$$\text{Riboflavin} = 0,0119\% \times 100 \text{ gr} = 0,0119 \text{ gr}$$

$$\text{Niasin} = 0,0011\% \times 100 \text{ gr} = 0,001 \text{ gr}$$



Vitamin C = $0,008\% \times 100 \text{ gr} = 0,008 \text{ gr}$
Tanin = $2,23887\% \times 100 \text{ gr} = 2,23887 \text{ gr}$

Aliran 12

Asam H_2SO_4 encer 0,3 N sebanyak 1 mL

$$\text{densitas} = \frac{m}{v}$$

$$0,059 \text{ gram/ml} = \frac{m}{1 \text{ ml}}$$

$$\text{gram} = 0,059$$

Dalam 1 ml air mengandung 0,059 gram Asam H_2SO_4 encer 0,3 N

aliran 13

Pati sisa = 3,2398273 gr
Protein = $1,8\% \times 100 \text{ gr} = 1,8 \text{ gr}$
Lemak = $0,39\% \times 100 \text{ gr} = 0,39 \text{ gr}$
Abu = $1,7\% \times 100 \text{ gr} = 1,7 \text{ gr}$
Karoten = $0,55\% \times 100 \text{ gr} = 0,55 \text{ gr}$
Tiamin = $0,00013\% \times 100 = 0,00013 \text{ gr}$
Riboflavin = $0,0119\% \times 100 \text{ gr} = 0,0119 \text{ gr}$
Niasin = $0,0011\% \times 100 \text{ gr} = 0,001 \text{ gr}$
Vitamin C = $0,008\% \times 100 \text{ gr} = 0,008 \text{ gr}$
Tanin = $2,23887\% \times 1371,08125 \text{ gr} = 2,23887 \text{ gr}$
Asam H_2SO_4 encer = 0,059 gram

Tabel 5.15 Neraca Massa komponen pada proses hidrolisa

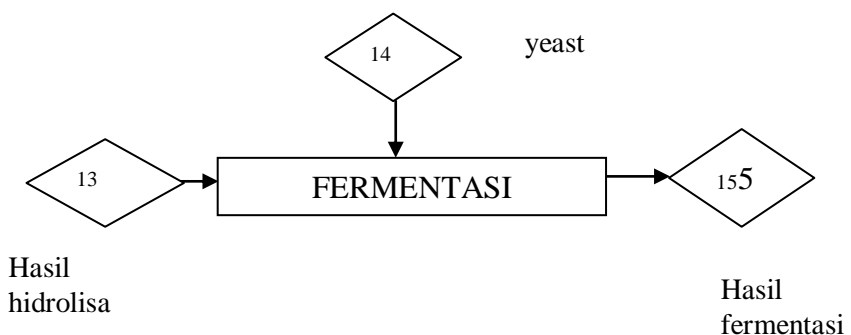
Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran (11)		Aliran (13)	
Protein	1,8	Protein	1,8
Lemak	0,39	Lemak	0,39
Pati	31,8	Pati	3,2398273



Abu	1,7	Abu	1,7
Karoten	0,55	Karoten	0,55
Tiamin	0,00013	Tiamin	0,00013
Riboflavin	0,0119	Riboflavin	0,0119
Niasin	0,001	Niasin	0,001
Vitamin C	0,008	Vitamin C	0,008
Tanin	2,23887	Tanin	2,23887
Asam H ₂ SO ₄	0,059	Asam H ₂ SO ₄	0,059
Air	1000,941	Air	1000,8
		Glukosa	0,0001921
Massa yang hilang	61,5	Massa yang hilang	61,5
total	1101	Total	1101

V.3.2 Fermentasi

Fungsi : mengkonversi glukosa menjadi bioetanol anaerob



**Tabel 5.15** Neraca Massa pada proses fermentasi

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
komponen	Berat (g)	Komponen	Berat (g)
Aliran (13)		Aliran (15)	
Buah maja tak terkonversi	3,2398273	Buah maja tak terkonversi	3,2398273
glukosa	0,00019188	Sisa glukosa	0,00009594
Air	1000,8	Air	1000,8
Asam H ₂ SO ₄	0,059	Asam H ₂ SO ₄	0,059
Aliran (14)		Bioetanol	0,000049036
		CO ₂	0,000049036
Yeast	1	Yeast	1
Total	1005,099	Total	1005,099

Perhitungan prosentase tiap aliran:

aliran 13

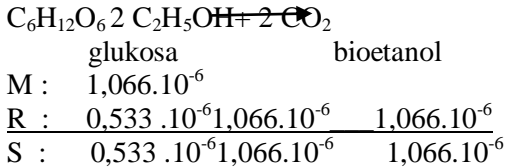
Protein	= 1,8% x 100 gr = 1,8 gr
Lemak	= 0,39% x 100 gr = 0,39 gr
Abu	= 1,7% x 100 gr = 1,7 gr
Karoten	= 0,55% x 100 gr = 0,55 gr
Tiamin	= 0,00013% x 100 = 0,00013 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 100 gr = 0,0119 gr
Niasin	= 0,0011% x 100 gr = 0,001 gr
Vitamin C	= 0,008% x 100 gr = 0,008 gr
Tanin	= 2,23887% x 1371,08125 gr = 2,23887 gr



Asam H_2SO_4 encer = 0,059 gram

aliran 15

Reaksi:



glukosa terkonversi = $50 \% \times \text{mol glukosa} = 0,533 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

Bioetanol terbentuk = $1,066 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \times 46 = 0,000049036 \text{ gram}$

Sisa glukosa = $0,533 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \times 180,6 = 0,00009594 \text{ gram}$

Tabel V.16 Neraca Massa Komponen pada proses fermentasi

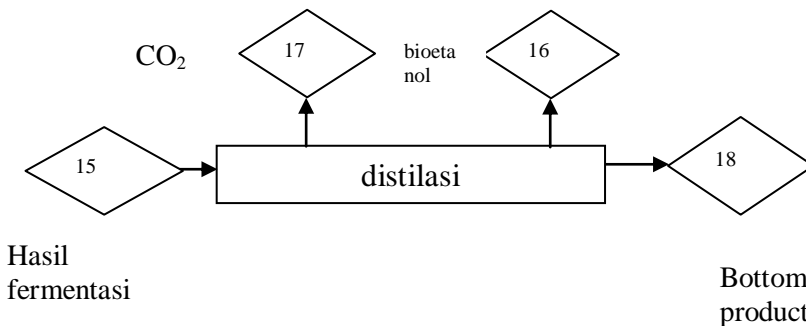
Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran (13)		Aliran (16)	
Protein	1,8	Protein	1,8
Lemak	0,39	Lemak	0,39
Pati	3,2398273	Pati	3,2398273
Abu	1,7	Abu	1,7
Karoten	0,55	Karoten	0,55
Tiamin	0,00013	Tiamin	0,00013
Riboflavin	0,0119	Riboflavin	0,0119
Niasin	0,001	Niasin	0,001
Vitamin C	0,008	Vitamin C	0,008



Tanin	2,23887	Tanin	2,23887
Asam H ₂ SO ₄	0,059	Asam H ₂ SO ₄	0,059
Air	1000,8	Air	1000,8
yeast	1	yeast	1
CO ₂	0,000049036	CO ₂	0,000049036
glukosa	0,00019188	Sisa glukosa	0,00009594
		bioetanol	0,000049036
total	1005,099	Total	1005,099

V.3.3 Distilasi

Fungsi : mendapatkan bioetanol yang lebih murni



Tabel 5.17 Neraca Massa Komponen pada proses distilasi

Bahan masuk		Bahan Keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran (15)		Aliran (18)	
Bubuk buah maja tak terkonversi	3,2398273	Bubuk buah maja tak terkonversi	3,2398273



Sisa glukosa	0,00009594	Sisa glukosa	0,00009594
Air	1000,8	Air	994,400049
Asam H ₂ SO ₄	0,059	Asam H ₂ SO ₄	0,059
Bioetanol	0,000049036	Yeast	1
CO ₂	0,000049036	Aliran (17)	
Yeast	1	CO ₂	0,000049036
		Aliran (16)	
		Bioetanol	0,000049036
		Air	6,399950964
Total	1005,099	Total	1005,099

Perhitungan prosentase tiap aliran:

aliran 15

Protein = 1,8% x 100 gr = 1,8 gr

Lemak = 0,39% x 100 gr = 0,39 gr

Abu = 1,7% x 100 gr = 1,7 gr

Karoten = 0,55% x 100 gr = 0,55 gr

Tiamin = 0,00013% x 100 = 0,00013 gr

Riboflavin = 0,0119% x 100 gr = 0,0119 gr

Niasin = 0,0011% x 100 gr = 0,001 gr

Vitamin C = 0,008% x 100 gr = 0,008 gr

Tanin = 2,23887% x 1371,08125gr = 2,23887 gr

Asam H₂SO₄ encer = 0,059 gram



Tabel V.18 Neraca Massa komponen pada proses distilasi

Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran (15)		Aliran (18)	
Protein	1,8	Protein	1,8
Lemak	0,39	Lemak	0,39
Pati	3,2398273	Pati	3,2398273
Abu	1,7	Abu	1,7
Karoten	0,55	Karoten	0,55
Tiamin	0,00013	Tiamin	0,00013
Riboflavin	0,0119	Riboflavin	0,0119
Niasin	0,001	Niasin	0,001
Vitamin C	0,008	Vitamin C	0,008
Tanin	2,23887	Tanin	2,23887
Asam H ₂ SO ₄	0,059	Asam H ₂ SO ₄	0,059
Air	994,400049	Air	994,400049
yeast	1	yeast	1
CO ₂	0,000049036	Sisa glukosa	0,00009594
Sisa glukosa	0,00009594	Aliran (17)	
bioetanol	0,000049036	CO ₂	0,000049036
		Aliran (16)	
		bioetanol	0,000049036
		Air	6,399950964
Total	1005,099	Total	1005,099



BAB VI NERACA PANAS

VI.1 Neraca Panas pengeringan Tepung Maja

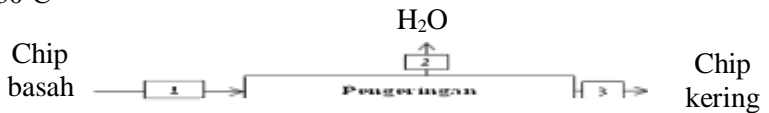
Asumsi: dalam skala *laboratorium*

Bahan yang masuk : 9500 gr

Tahap Pengeringan

Kondisi operasi: $T=150^{\circ}\text{C}$, selama $t=2\text{jam}$

$T_{\text{ref}} = 30^{\circ}\text{C}$



Asumsi ideal (Asas Black)

$Q \text{ masuk} = Q \text{ keluar}$

Q masuk

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g $^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	(cal)
Aliran<3>					
Pati	3021	0,32	150	120	4833,6
Lemak	37,05	0,2	150	120	37,05
Air	5842,5	1	150	120	29212,5
Abu	161,5	0,57	150	120	460,275
Protein	171	0,37	150	120	316,35
Karoten	52,25	352,8	150	120	92169
Tiamin	0,01235	152,1	150	120	9,392175
Riboflavin	1,1305	201,6	150	120	1139,544



Niasin	0,1045	58,3	150	120	30,46175
Vitamin C	0,76	87,2	150	120	331,36
Tanin	212,69265	712,4	150	120	757611,2
Total					886150,8

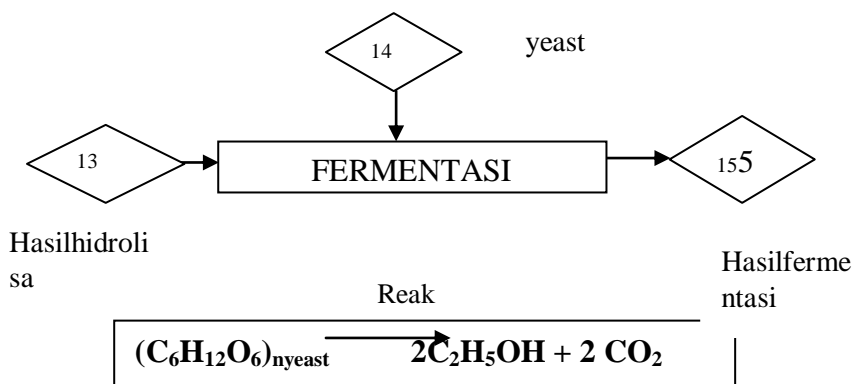
Q keluar

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g°C)	(°C)	(°C)	(cal)
Aliran<3>					
Pati	3021	0,32	150	120	4833,6
Lemak	37,05	0,2	150	120	37,05
Abu	161,5	0,57	150	120	460,275
Protein	171	0,37	150	120	316,35
Karoten	52,25	352,8	150	120	92169
Tiamin	0,01235	152,1	150	120	9,392175
Riboflavin	1,1305	201,6	150	120	1139,544
Niasin	0,1045	58,3	150	120	30,46175
Vitamin C	0,76	87,2	150	120	331,36



Tanin	212,69265	712,4	150	120	757611,2
Aliran<2>					
Air (H ₂ O)	5842,5	1	150	120	29212,5
Total					886150,8

VI.2 Fermentasi buah Maja menjadi bioetanol



Mengitung jumlah ΔH reaktan

$$\Delta H = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$\Delta H \text{ pati} = 31,8 \cdot 0,382 \cdot (30-25) = 31,8 \cdot 0,382 \cdot 5 = 60,738 \text{ kal}$$

$$\Delta H \text{ air} = 1000,8 \cdot 1,00 \cdot (30-25) = 1000,8 \cdot 1,00 \cdot 5 = 5004 \text{ kal}$$

$$\Sigma \Delta H \text{ reaktan} = \Delta H \text{ pati} + \Delta H \text{ air} = 60,738 + 5004 = 5064,738 \text{ kal}$$

Q masuk

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g°C)	(°C)	(°C)	(cal)
Aliran<1>					
Pati	3,2398273	0,32	30	5	5,168
Lemak	0,39	0,2	30	5	0,39



Abu	1,7	0,57	30	5	4,845
Protein	1,8	0,37	30	5	3,33
Karoten	0,55	352,8	30	5	970,2
Tiamin	0,00013	152,1	30	5	0,098865
Riboflavin	0,0119	201,6	30	5	11,9952
Niasin	0,001	58,3	30	5	0,2915
Vitamin C	0,008	87,2	30	5	3,488
Tanin	2,23887	712,4	30	5	7974,855
Asam H ₂ SO ₄	0,059	0,016	30	5	0,00472
Air	1000,8	1	30	5	5004
glukosa	0,00019188	0,346	30	5	0,000332
Total					13978,667

Q keluar

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g°C)	(°C)	(°C)	(cal)
Aliran<1>					
Pati	3,2398273	0,32	30	5	5,168
Lemak	0,39	0,2	30	5	0,39



Abu	1,7	0,57	30	5	4,845
Protein	1,8	0,37	30	5	3,33
Karoten	0,55	352,8	30	5	970,2
Tiamin	0,00013	152,1	30	5	0,098865
Riboflavin	0,0119	201,6	30	5	11,9952
Niasin	0,001	58,3	30	5	0,2915
Vitamin C	0,008	87,2	30	5	3,488
Tanin	2,23887	712,4	30	5	7974,855
Asam H ₂ SO ₄	0,059	0,016	30	5	0,00472
Air	1000,8	1	30	5	5004
Glukosa tak terkonversi	0,00009594	0,346	30	5	0,000166
bioetanol	0,000049036	0,015	30	5	0,00000368
Total					8913,929
ΔH reaksi					5064,738
Total					13978,667



BAB VII

ANGGARAN BIAYA

VII.1 Rincian Anggaran Biaya Skala Laboratoium

Basis bahanbaku : 2 kg
1. Buah Maja : Rp 500/kg

Bahanpenolong:

2. *Saccharomycescerevisiae*

Bahankimiauntukanalisa

3. H_2SO_4

Peralatan:

4. Alatpemotong : Rp 10.000,- / alat
5. Sewa Alatpengering/ Oven : Rp5.000,- / alat
6. Pisau : Rp15.000,- / alat
7. Alatpengayak :Rp3.500,-/ alat
8. Sewa Timbangan elektrik : Rp 2.000,-/alat
9. Sewa Alat distilasi : Rp 10.000,-/alat

Biayakemasan:

12. Botol Plastik : Rp 1.000,- / buah

VII.2 Rincian Anggaran Biaya Produksi per hari Skala Laboratoium

1. Proses pengeringanbahanbaku dan proses hidrolisa
 - Basis buah maja : Rp500,-/ kg
 - Alatpengering/oven

Daya yang dipakaiadalahsebesar 1000 watt

WaktuPemakaian :5 jam

Energilistrik yang terpakai :

$$W = P \times t$$

$$= 1000 \text{ watt} \times 5 \text{ jam}$$

$$= 5.000 \text{ Wh} = 5 \text{ KWh}$$

Asumsi biayalistrik per KWh adalahRp 1.342,-



Makabiayapemakaianlistrik :

$$\begin{aligned}\text{BiayaListrik} &= W \times \text{hargalistrik per KWh} \\ &= 5 \text{ KWh} \times \text{Rp. 1.342,-} \\ &= \text{Rp6.710,-}\end{aligned}$$

2. Proses penghancuranbuah maja

- Alatpenghancur

Daya yang dipakaiadalahsebesar 1000 watt

WaktuPemakaian : 60 menit : 1 jam

Energilistrik yang terpakai :

$$\begin{aligned}W &= P \times t \\ &= 1000 \text{ watt} \times 1 \text{ jam} \\ &= 1000 \text{ Wh} = 1 \text{ KWh}\end{aligned}$$

Asumsibiayalistrik per KWh adalahRp 1.342,-

Makabiayapemakaianlistrik :

$$\begin{aligned}\text{BiayaListrik} &= W \times \text{hargalistrik per KWh} \\ &= 1 \text{ KWh} \times \text{Rp. 1.342,-} \\ &= \text{Rp 1.342,-}\end{aligned}$$

3. Proses distilasi bioetanol

- Kompor listrik

Daya yang dipakaiadalahsebesar500 watt

WaktuPemakaian :120 menit : 2 jam x5

Energilistrik yang terpakai :

$$\begin{aligned}W &= P \times t \\ &= 500 \text{ watt} \times 2\text{jam} \times 5 \\ &= 5000 \text{ Wh} = 5 \text{ KWh}\end{aligned}$$

Asumsibiayalistrik per KWh adalahRp 1.342,-

Makabiayapemakaianlistrik :

$$\begin{aligned}\text{BiayaListrik} &= W \times \text{jumlah alat} \times \text{hargalistrik per KWh} \\ &= 5 \text{ KWh} \times 3 \times \text{Rp. 1.342,-} \\ &= \text{Rp6.710,-}\end{aligned}$$



VII.3 Hasil Produksi per Hari Skala Laboratorium

Basis bahan baku: 2 kg

- Diasumsikan produksi bioetanoldalam satu hari adalah 100 mL.

VII.4 Total Biaya Produksi Skala Laboratorium

NO	JENIS KEBUTUHAN	JUMLAH	HARGA
1.	Bahan baku buah maja Bahan penolong	2 kg	Rp 1.000,-
2.	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	10 gram	Rp 315,-
3.	H ₂ SO ₄ alat	10 mL	Rp 980,-
4.	Sewa Timbangan elektrik	1 alat	Rp 2.000,-
5.	Sewa Oven	1 alat	Rp 5.000,-
6.	Pisau	1 alat	Rp 15.000,-
7.	Alat pengayak	1 alat	Rp 3.500,-
8.	Sewa alat distilasi Energi	3 alat	Rp 30.000,-
9.	Pemakaian listrik		Rp 11.538,-
10	Pemakaian air		Rp 5.000,-
TOTAL BIAYA			Rp 74.333,-

VII.5 Rincian Anggaran Biaya Investasi Skala Home Industri

Basis bahan baku: 100 kg

1. Buah Maja : Rp 500/kg

Bahan penolong:

2. *Saccharomyces cerevisiae*

Bahan kimia untuk analisa

3. H₂SO₄

Peralatan:

4. Alat pemotong : Rp 1.000.000,- / alat



5. Alatpengering/ Oven : Rp 3.000.000,- / alat
6. Alatpenghancur : Rp 2.000.000,- / alat
7. Alatpengayak :Rp 1.000.000,-/ alat
8. Timbangan elektrik : Rp 250.000,-/alat

Biayakemasan:

9. Botol Plastik 1 liter : Rp 1.500,- / buah
10. Kardus : Rp 1.000,- / buah

Biayalahan / tempatproduksi

11. Sewarumahproduksi : Rp 5.000.000,- /tahun

Biayagajikaryawan:

12. 1 harikerja (8 jam kerja) :Rp50.000,- / hari
13. Uangmakan : Rp 10.000,- / hari
14. Uang transport : Rp 5.000,- / hari

VII.6 RincianAnggaranBiayaProduksi per hari Skala Home Industri

1. Proses pemotonganbahanbaku

- Buah Maja: Rp500,- /kg
- Alatpemotong

Daya yang dipakaiadalahsebesar 500 watt

WaktuPemakaian : 60 menit : 1 jam

Energilistrik yang terpakai :

$$W = P \times t$$

$$= 500 \text{ watt} \times 1 \text{ jam}$$

$$= 500 \text{ Wh} = 0,5 \text{ KWh}$$

Asumsibiayalistrik per KWh adalahRp 1.342,-

Maka, biayapemakaianlistrik :

$$\text{BiayaListrik} = W \times \text{hargalistrik per KWh}$$

$$= 0,5 \text{ KWh} \times \text{Rp. 1.342,-}$$

$$= \text{Rp 671,-}$$

Bahanbakudipotongmenjadipotongan-
potongankecildenganukuran $\pm 0,3 \text{ mm}$.

2. Proses pengeringanbahanbaku

- Basis buah maja : Rp500,-/ kg



- Alatpengering/oven

Daya yang dipakaiadalahsebesar 1000 watt

WaktuPemakaian : 24 jam

Energilistrik yang terpakai :

$$W = P \times t$$

$$= 1000 \text{ watt} \times 24 \text{ jam}$$

$$= 24000 \text{ Wh} = 24 \text{ KWh}$$

Asumsibiayalistrik per KWh adalahRp 1.342,-

Makabiayapemakaianlistrik :

$$\text{BiayaListrik} = W \times \text{hargalistrik per KWh}$$

$$= 24 \text{ KWh} \times \text{Rp. 1.342,-}$$

$$= \text{Rp 32.208,-}$$

3. Proses penghancuranbuah maja

- Alatpenghancur

Daya yang dipakaiadalahsebesar 1000 watt

WaktuPemakaian : 60 menit : 1 jam

Energilistrik yang terpakai :

$$W = P \times t$$

$$= 1000 \text{ watt} \times 1 \text{ jam}$$

$$= 1000 \text{ Wh} = 1 \text{ KWh}$$

Asumsibiayalistrik per KWh adalahRp 1.342,-

Makabiayapemakaianlistrik :

$$\text{BiayaListrik} = W \times \text{hargalistrik per KWh}$$

$$= 1 \text{ KWh} \times \text{Rp. 1.342,-}$$

$$= \text{Rp 1.342,-}$$

VII.7HasilProduksi per Hari Skala Home Industri

Basis bahanbaku: 100 kg

- Diasumsikanproduksi bioetanoldalam satu hari adalah 20 liter.

VII.8 Total BiayaProduksi Skala Home Industri

NO	JENIS KEBUTUHAN	JUMLAH	HARGA
----	-----------------	--------	-------



1.	Bahanbakubuah maja Bahanpenolong	100 kg	Rp50.000,-
2.	<i>Saccharomycescerevisiae</i>	1 kg	Rp 31.500,-
3.	H ₂ SO ₄ Pembelianalat	botol	Rp980.000,-
4.	Timbangan elektrik	1 alat	Rp 250.000,-
5.	Oven	1 alat	Rp3.000.000,-
6.	Alatpenghancur	1 alat	Rp2.000.000,-
7.	Alatpengayak	1 alat	Rp1.000.000,-
	Biayakemasan		
8.	Botol plastik	20 buah	Rp30.000,-
9.	Kardus	2 buah	Rp2.000,-
	Biayalahan		
10.	Sewarumahproduksi	1 tahun	Rp 5.000.000,-
	Gajikaryawan		
11.	Gajikaryawan/hari	1 hari	Rp 50.000,-
	Biayapemasaran		
12.	Pemasaran	1 tahun	Rp 100.000,-
	Transportasi	1 tahun	Rp 100.000,-
	Energi		
13.	Pemakaianlistrik	1 hari	Rp 30.000,-
	Pemakaian air	1 hari	Rp 10.000,-
.			
TOTAL BIAYA			Rp 13.633.500,-

VII.9 PenentuanHargaJualProduk skala home industri

NO	JENIS KEBUTUHAN	JUMLAH	HARGA
----	-----------------	--------	-------

Tugas Akhir :
PembuatanBioetanoldariBuahMaja(*Aegle
marmelos L.*) dengan proses
HidrolisisAsamdanFermentasi

Program StudiD3 Teknik Kimia
FTI ITS



1.	Bahanbakubuah maja	100 kg	Rp50.000,-
2.	Bahanpenolong: Yeast H ₂ SO ₄	1 kg 1 ltr	Rp31.500,- Rp. 98.000,-
3.	Biayakemasan: PlastikdanKardus	20 pack	Rp32.000,-
4.	Pemakaianlistrikdan air	3 hari	Rp 20.000,-
5.	Gajikaryawan/orang	3 hari	Rp 90.000,-
TOTAL BIAYA			Rp 321.500,-

- Total Biayaproduksidalam 3 hari = Rp. 321.500,-
BiayaProduksi per bulanadalah = Rp. 321.500 x 8
= Rp. 2.572.000,-
BiayaProduksi per tahunadalah = Rp.2.572.000x 12
= Rp. 30.864.000,-
BiayaProduksi per 10 tahun = Rp. 30.864.000x10
= Rp. 300.864.000,-

- Produksibioetanol dalam 3 hari : 20 botol.
- Hargajualproduk (tanpalaba) = Rp 321.500,-/20 pack
= Rp16.075,-
- Hargajualbioetanol (beratbersih 1 lt) adalahRp25.000,-
- Lababioetanol/botol (beratbersih 1 lt) adalahRp 8.925-

VII.10 Penentuan Pengembalian Biaya Investasi per 10 tahun fixed cost

NO	JENIS KEBUTUHAN	JUMLAH	HARGA
1.	Alat pemotong	2 alat	Rp 2.000.000,-
2.	Bak perendam	2 alat	Rp 1.000.000,-
3.	Oven	2 alat	Rp 6.000.000,-
4.	Alat penghancur	1 alat	Rp 2.000.000,-
5.	Alat pengayak	1 alat	Rp 1.000.000,-
6.	Alat pengemas	1 alat	Rp 1.000.000,-



7.	Sewarumahproduksi	10 tahun	Rp 50.000.000,-
8.	Biayapemasaran	10 tahun	Rp.2.000.000,-
TOTAL BIAYA			Rp 65.000.000,-

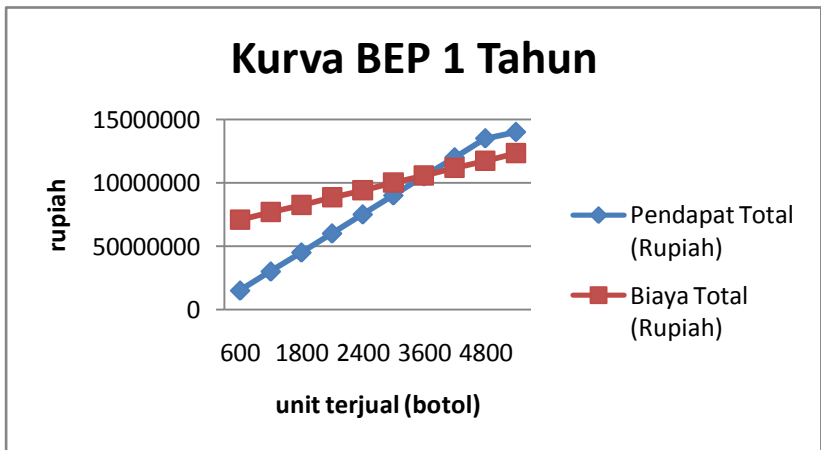
- Total labadalam 1 hari
= Rp 8.925,- x 20 botol
= Rp178.500,-
- Labadalam 1 bulan = Rp178.500 ,- x 30 hari
= Rp5.355.000,-
- Total pengembalianbiayainvestasi:
= **Rp 13.633.500,- / Rp5.355.000,-**
= **2 bulan 15 hari**

VII.11 Perhitungan BEP selama 1 tahun

Unit yang Terjual (botol)	Pendapat Total (Rupiah)	BiayaTetap (Rupiah)	BiayaVariabel (Rupiah)	Biaya Total (Rupiah)
600	15000000	65000000	5820000	70820000
1200	30000000	65000000	11640000	76640000
1800	45000000	65000000	17460000	82460000
2100	60000000	65000000	23280000	88280000
2400	75000000	65000000	29100000	94100000
3000	90000000	65000000	34920000	99920000
3600	105000000	65000000	40740000	105740000
4200	120000000	65000000	46560000	111560000
4800	135000000	65000000	52380000	117380000
5400	140000000	65000000	58200000	123200000



Kurva BEP 1 Tahun



perolehdaripenjualan3.600 botol
bioetanol. Apabilaperusahaantelahmencapaiangkapanjualantersebut
utdiatas,
makadapatdiartikanbahwaperusahaantidakmengalamikerugianata
umemperolehkeuntungan.

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

VIII.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Kadar etanol hasil fermentasi 3,4,5 hari dengan penambahan yeast 1%, yaitu 0,000010491%, 0,00000313103%, 0,00000104332%. Kadar etanol hasil fermentasi 3,4,5 hari dengan penambahan yeast 2%, yaitu 0,00000205364%, 0,00000817604% , 0,00000444707%. Kadar etanol hasil fermentasi 3,4,5 hari dengan penambahan yeast 3%, yaitu 0,00000297219%, 0,0000035444%, 0,0000438712%. Kadar etanol hasil fermentasi buah maja dengan hidrolisis asam belum memenuhi standar SNI 3565:2009 menyatakan kadar etanol nabati untuk mutu 1 sebesar 96,3% (v/v), untuk mutu 2 sebesar 96,1% (v/v), dan untuk mutu 3 sebesar 95% (v/v).
2. Sisa penguapan maksimum Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 1%,2%,3% sebesar 8,7 mg/L, 8,7 mg/L, 8,5 mg/L. Sisa penguapan maksimum Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 1%,2%,3% sebesar 8,9 mg/L, 8,5 mg/L, 7,9 mg/L. Sisa penguapan maksimum Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 1%,2%,3% sebesar 7,7 mg/L, 6,4 mg/L, 5 mg/L. Secara keseluruhan hasil dari bioetanol buah maja pada penambahan yeast 1%,2% dan 3% selama 3,4,5 hari sudah sesuai dengan SNI 3565:2009 yang menyatakan hasil penguapan maksimum minimal 25 mg/L.
3. Hasil perhitungan keasaman Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 1%,2%,3% sebesar 0,007 mg/L, 0,007 mg/L, 0,006 mg/L. Hasil perhitungan keasaman pada



Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 1%,2%,3% sebesar 0,006 mg/L, 0,006 mg/L, 0,0058 mg/L. Hasil perhitungan keasaman Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 1%,2%,3% sebesar 0,0053 mg/L, 0,0058 mg/L, 0,058 mg/L. Secara keseluruhan bioetanol buah maja yang dihasilkan memenuhi SNI etanol mutu 1 yakni maksimal 20 mg/L.

VIII.2 Saran

Saran

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan variasi penambahan waktu, penambahan enzim, nutrien pada fermentor dan komposisi campuran bahan baku.
2. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan penambahan tahap pemurnian hasil.

DAFTAR PUSTAKA

Badger, P. C., *Ethanol from Cellulose: A General Review*, in Trends in New Crops and New Uses, Janick, J; Whipkey, A., Eds., ASHS Press, 2002, 17-21.

Bali Post. Selasa , 15 Pebruari 2005. "*Tahun 2020, Minyak Bumi di Indonesia Habis* .

Buckle, K. A., *Ilmu Pangan*, Universitas Indonesia, Jakarta, 1985.

Dwijoseputro, *Dasar–Dasar Mikrobiologi*, Djambatan, Malang, 1982.

Groggins, P. H., *Unit Process in Organic Synthetic*, Fifth edition, Mc. Graw Hill, Kogakasha, 1985

Gusmarwani, S. R.; Budi, M.S.P.; Sediawan, W.B.; Hidayat, M., *Pengaruh Suhu Pada Hidrolisis Bonggol Pisang Dalam Rangka Pembuatan Bioetanol*, Prosiding Seminar Tjipto Utomo 2009, hal B6 1-7, Bandung 2009.

Judoamidjojo, M., *Teknologi Fermentasi*, Rajawali Press, Jakarta, 1992.

Lenihan, P.; Orozco A.; O'Neill E.; Ahmad, M.N.M; Rooney, D.W.; Walker, G.M., *Dilute Acid Hydrolysis of Lignocellulosic Biomass*, Chemical Engineering Journals, 2009, Vol. 156, 395-403.

Lodder, J . 1970 . The Yeast : A Taxonomic Study Second Revised and Enlarged Edition . The Netherland, Northolland Publishing Co ., Amsterdam .

Nikon. 2004. Saccharomyces Yeast Cells : Nikon Microscopy .
Phase Contrast ImageGallery
<http://www.microscopyu.com/galleries/phasecontrast/saccharomyces-small.html>, diakses pada tanggal 14 Januari 2014 pukul 13:59

Marx Jean, L. 1991 . Revolusi Bioteknologi . Terjemahan :
WILDER YATIM . Edisi I, Cetakan 1, kota : Jakarta . Yayasan
Obor Indonesia : 69-73 .

Palmqvist, E.; Hahn-Hagerdal, B. H., *Fermentation of Lignocellulosic Hydrolysates. II: Inhibition and Detoxification*, Bioresource Technology, 2000, Vol. 74(1), 25-33.

Reed, G. and T.W. Nagodawithana. 1991 . Yeast Technology .
2nd edition . Van Nostrand, Rein Hold. NewYork. USA.

Sardjoko, *Bioteknologi*, Gramedia, Jakarta, 1991.

Sari, Ni Ketut, *Pembuatan Bioetanol dari Rumput Gajah dengan Metode Distilasi Batch*. Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol. 8 No. 3 Desember 2009, 94-103

Soebijanto, T., *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*, Gramedia, Jakarta, 1986.

SURIAWIRIA, U. 1990. Pengantar Biologi Umum . Penerbit
Angkasa. Bandung.

Taherzadeh, M. J.; Eklund, R.; Gustafsson, L.; Niklasson, C.;
Liden, G., *Characterization and Fermentation of Dilute-Acid Hydrolyzates from Wood*, Industrial & Engineering Chemistry Research, 1997, Vol. 36(11), 4659- 4665.

Wheals, A. E.; Basso, L. C.; Alves, D. M.; Amorim, H. V., *Fuel Ethanol after 25 Years*, Trends Biotechnology, 1999, Vol. 17(12), 482-487.

Wikipedia, 2013. [BUAH%20MAJA/Maja%20%20Wikipedia%20bahasa%20Indonesia,%20ensiklopedia%20bebas.htm](http://www.wikipedia.org/BUAH%20MAJA/Maja%20%20Wikipedia%20bahasa%20Indonesia,%20ensiklopedia%20bebas.htm) Diakses pada tanggal 13 Januari 2014 pukul 09.00

Yudoyono, Susilo B. 2005. Peraturan Presiden Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional. <http://www.batan.go.id/refutama/perpes52006.pdf> , diakses pada tanggal 13 Januari 2014 pukul 13.00

<http://www.tanijogonegoro.com/2013/10/buah-maja.html> , diakses pada 24 januari 2014 pukul 09.00

<http://ceritanurmanadi.wordpress.com/2013/11/03/manfaat-buah-maja/> , diakses pada 24 januari 2014 pukul 09.02

<http://tatangmanguny.wordpress.com/bongkokciremay/maja-ta-berenuk/> , diakses pada 24 januari 2014 pukul 09.15

<http://pse.ugm.ac.id/?p=317> , diakses pada 24 januari 2014 pukul 09.00

http://ivanaries.blogspot.com/2008/12/kebutuhan-bioethanol_13.html , diakses pada 24 januari 2014 pukul 09.42

<http://www.bumn.go.id/17493/publikasi/berita/rajawali-gandeng-industri-korsel-bangun-bioetanol/> , diakses pada 24 januari 2014 pukul 09.55

APPENDIKS A NERACA MASSA

V.1 Neraca Massa Buah Maja

Asumsi: dalam skala *laboratorium*

Bahan yang masuk : 10 kg

NERACA MASSA TOTAL

Tabel 5.1 Komposisi buah maja pada 100 gram buah maja

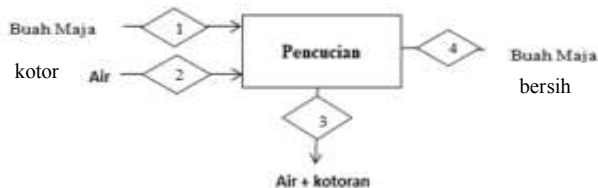
Kandungan	Jumlah (g)
Air	61,5
Protein	1,8
Lemak	0,39
Pati	31,8
Abu	1,7
Karoten	0,55
Tiamin	0,00013
Riboflavin	0,0119
Niasin	0,0011
Vitamin C	0,008
Tanin	2,23887

Ket : * hasil penelitian *Tanijogonegoro (2013)*

V.2 Tahap Persiapan Bahan Baku

V.2.1 Pencucian Buah Maja

Fungsi : untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terdapat pada Buah maja



Tabel 5.2 Neraca Massa Total pada proses pencucian

Bahanmasuk		Bahankeluar	
Komponen	berat (g)	komponen	berat (g)
Aliran(1)		Aliran (4)	
Buah Maja kotor	10250	Buah Maja bersih	10000
Aliran(2)		Aliran(3)	
Air	20000	Air	20000
		Kotoran	250
Total	30250	total	30250

Perhitungan komposisi (gr)

Aliran 1

Pati = $31,8\% \times 10000 \text{ gr} = 3180 \text{ gr}$
 Air = $61,5\% \times 10000 \text{ gr} = 6150 \text{ gr}$
 Protein = $1,8\% \times 10000 \text{ gr} = 180 \text{ gr}$
 Lemak = $0,39\% \times 10000 \text{ gr} = 39 \text{ gr}$
 Abu = $1,7\% \times 10000 \text{ gr} = 170 \text{ gr}$
 Karoten = $0,55\% \times 10000 \text{ gr} = 55 \text{ gr}$
 Tiamin = $0,00013\% \times 10000 \text{ gr} = 0,013\text{gr}$
 Riboflavin = $0,0119\% \times 10000 \text{ gr} = 1,19 \text{ gr}$
 Niasin = $0,0011\% \times 10000 \text{ gr} = 0,11 \text{ gr}$
 Vitamin C = $0,008\% \times 10000 \text{ gr} = 0,8 \text{ gr}$
 Tanin = $2,23887\% \times 10000 \text{ gr} = 223,887 \text{ gr}$

Aliran 4

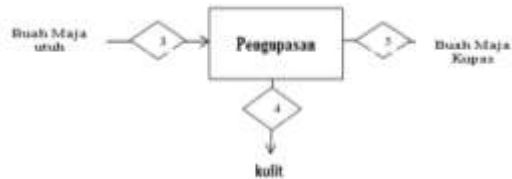
Pati = $31,8\% \times 10000 \text{ gr} = 3180 \text{ gr}$
 Air = $61,5\% \times 10000 \text{ gr} = 6150 \text{ gr}$
 Protein = $1,8\% \times 10000 \text{ gr} = 180 \text{ gr}$
 Lemak = $0,39\% \times 10000 \text{ gr} = 39 \text{ gr}$
 Abu = $1,7\% \times 10000 \text{ gr} = 170 \text{ gr}$
 Karoten = $0,55\% \times 10000 \text{ gr} = 55 \text{ gr}$
 Tiamin = $0,00013\% \times 10000 \text{ gr} = 0,013\text{gr}$

Riboflavin = $0,0119\% \times 10000 \text{ gr} = 1,19 \text{ gr}$
 Niasin = $0,0011\% \times 10000 \text{ gr} = 0,11 \text{ gr}$
 Vitamin C = $0,008\% \times 10000 \text{ gr} = 0,8 \text{ gr}$
 Tanin = $2,23887\% \times 10000 \text{ gr} = 223,887 \text{ gr}$

Tabel 5.3 Neraca Massa komponen pada proses pencucian

Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran(1)		Aliran (4)	
Air	6150	Air	6150
Protein	180	Protein	180
Lemak	39	Lemak	39
Pati	3180	Pati	3180
Abu	170	Abu	170
Karoten	55	Karoten	55
Tiamin	0,013	Tiamin	0,013
Riboflavin	1,19	Riboflavin	1,19
Niasin	0,11	Niasin	0,11
Vitamin C	0,8	Vitamin C	0,8
Tanin	223,887	Tanin	223,887
Aliran(2)		Aliran(3)	
Air	20000	air + kotoran	20250
kotoran	250		
Total	30250	Total	30250

V.2.2 Pengupasan buah maja



Tabel 5.4 Neraca Massa Total pada proses pengupasan

Bahanmasuk		Bahankeluar	
Komponen	berat (g)	Komponen	berat (g)
Aliran(3)		Aliran (5)	
Buah Maja utuh	10000	Buah Maja setelah di kupas	9500
		Aliran(4)	
		Kulit	500
Total	10000	Total	10000

Perhitungan komposisi (gr)

Aliran 3

Pati	$= 31,8\% \times 10000 \text{ gr} = 3180 \text{ gr}$
Air	$= 61,5\% \times 10000 \text{ gr} = 6150 \text{ gr}$
Protein	$= 1,8\% \times 10000 \text{ gr} = 180 \text{ gr}$
Lemak	$= 0,39\% \times 10000 \text{ gr} = 39 \text{ gr}$
Abu	$= 1,7\% \times 10000 \text{ gr} = 170 \text{ gr}$
Karoten	$= 0,55\% \times 10000 \text{ gr} = 55 \text{ gr}$
Tiamin	$= 0,00013\% \times 10000 \text{ gr} = 0,013 \text{ gr}$
Riboflavin	$= 0,0119\% \times 10000 \text{ gr} = 1,19 \text{ gr}$
Niasin	$= 0,0011\% \times 10000 \text{ gr} = 0,11 \text{ gr}$
Vitamin C	$= 0,008\% \times 10000 \text{ gr} = 0,8 \text{ gr}$
Tanin	$= 2,23887\% \times 10000 \text{ gr} = 223,887 \text{ gr}$

Aliran 5

Pati	= 31,8% x 9500 gr = 3021 gr
Air	= 61,5 % x 9500 gr = 5842,5gr
Protein	= 1,8% x 9500 gr = 171gr
Lemak	= 0,39% x 9500 gr = 37,05gr
Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

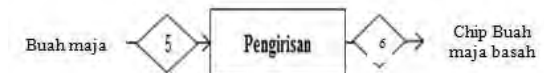
Tabel 5.5 Neraca Massa Komponen pada proses pengupasan

Bahan masuk		Bahan keluar	
komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran(3)		Aliran (5)	
Air	6150	Air	5842,5
Protein	180	Protein	171
Lemak	39	Lemak	37,05
Pati	3180	Pati	3021
Abu	170	Abu	161,5
Karoten	55	Karoten	52,25
Tiamin	0,013	Tiamin	0,01235
Riboflavin	1,19	Riboflavin	1,1305
Niasin	0,11	Niasin	0,1045
Vitamin C	0,8	Vitamin C	0,76

Tanin	223,887	Tanin	212,69265
		Aliran(4)	
		kulit	500
Total	10000	total	10000

V.2.3 Pengirisan buah maja

Fungsi: untuk memperkecil ukuran buah maja



Tabel 5.6 Neraca Massa total pada proses pengirisan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	berat (g)	Komponen	berat (g)
Aliran (5)		Aliran (6)	
Buah maja utuh	9500	Chip buah maja basah	9500
Total	9500	Total	9500

Perhitungan berat tiap aliran :

Aliran 5

Pati	= 31,8% x 9500 gr = 3021 gr
Air	= 61,5 % x 9500 gr = 5842,5gr
Protein	= 1,8% x 9500 gr = 171gr
Lemak	= 0,39% x 9500 gr = 37,05gr
Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

Aliran 6

Pati	= 31,8% x 9500 gr = 3021 gr
Air	= 61,5 % x 9500 gr = 5842,5gr
Protein	= 1,8% x 9500 gr = 171gr
Lemak	= 0,39% x 9500 gr = 37,05gr
Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

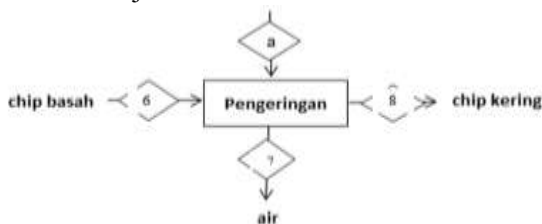
Tabel 5.7 Neraca Massa komponen pada proses pengirisan

Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran(5)		Aliran (6)	
Air	5842,5	Air	5842,5
Protein	171	Protein	171
Lemak	37,05	Lemak	37,05
Pati	3021	Pati	3021
Abu	161,5	Abu	161,5
Karoten	52,25	Karoten	52,25
Tiamin	0,01235	Tiamin	0,01235
Riboflavin	1,1305	Riboflavin	1,1305
Niasin	0,1045	Niasin	0,1045
Vitamin C	0,76	Vitamin C	0,76
Tanin	212,69265	Tanin	212,69265

Total	9500	total	9500
--------------	------	--------------	------

V.2 .4 Pengeringan chip buah maja basah

Fungsi: untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada chip buah maja basah



Tabel 5.8 Neraca Massa total pada proses pengeringan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	berat (g)	Komponen	berat (g)
Aliran (6)		Aliran (8)	
Chip basah	9500	Chip kering	3657,5
		Aliran (7)	
		Air	5842,5
Total	9500	Total	9500

Perhitungan berat tiap aliran :

Aliran 6

Pati	$= 31,8\% \times 9500 \text{ gr} = 3021 \text{ gr}$
Air	$= 61,5\% \times 9500 \text{ gr} = 5842,5 \text{ gr}$
Protein	$= 1,8\% \times 9500 \text{ gr} = 171 \text{ gr}$
Lemak	$= 0,39\% \times 9500 \text{ gr} = 37,05 \text{ gr}$
Abu	$= 1,7\% \times 9500 \text{ gr} = 161,5 \text{ gr}$
Karoten	$= 0,55\% \times 9500 \text{ gr} = 52,25 \text{ gr}$
Tiamin	$= 0,00013\% \times 9500 \text{ gr} = 0,01235 \text{ gr}$
Riboflavin	$= 0,0119\% \times 9500 \text{ gr} = 1,1305 \text{ gr}$
Niasin	$= 0,0011\% \times 9500 \text{ gr} = 0,1045 \text{ gr}$
Vitamin C	$= 0,008\% \times 9500 \text{ gr} = 0,76 \text{ gr}$
Tanin	$= 2,23887\% \times 9500 \text{ gr} = 212,69265 \text{ gr}$

Aliran 8

Pati	= 31,8% x 9500 gr = 3021 gr
Air	= 61,5 % x 9500 gr = 5842,5gr
Protein	= 1,8% x 9500 gr = 171gr
Lemak	= 0,39% x 9500 gr = 37,05gr
Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

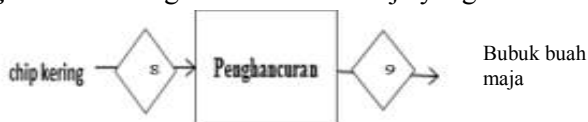
Tabel 5.9 Neraca Massa komponen pada proses pengeringan

Bahan masuk		Bahan keluar	
komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran(6)		Aliran (8)	
Air	5842,5		
Protein	171	Protein	171
Lemak	37,05	Lemak	37,05
Pati	3021	Pati	3021
Abu	161,5	Abu	161,5
Karoten	52,25	Karoten	52,25
Tiamin	0,01235	Tiamin	0,01235
Riboflavin	1,1305	Riboflavin	1,1305
Niasin	0,1045	Niasin	0,1045
Vitamin C	0,76	Vitamin C	0,76

Tanin	212,69265	Tanin	212,69265
		Aliran (7)	
		Air	5842,5
Total	9500	Total	9500

V.2.5 Penghancuran chip buah maja kering

Fungsi: untuk menghaluskan buah maja yang telah kering



Tabel 5.10 Neraca Massa total pada proses penghancuran

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran (8)		Aliran (9)	
Chip kering	3657,5	bubukbuah maja	3657,5
Total	3657,5	Total	3657,5

Perhitungan berat tiap aliran :

Aliran 8

Pati	= 31,8% x 9500 gr = 3021 gr
Protein	= 1,8% x 9500 gr = 171 gr
Lemak	= 0,39% x 9500 gr = 37,05 gr
Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

Aliran 9

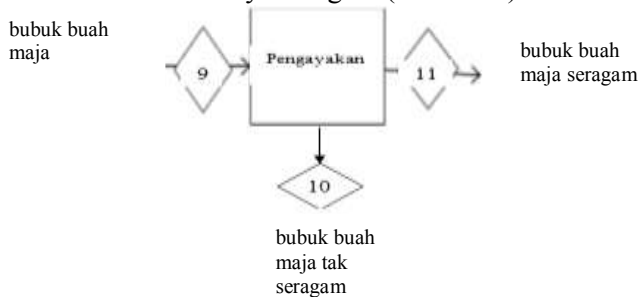
Pati	= 31,8% x 9500 gr = 3021 gr
Protein	= 1,8% x 9500 gr = 171 gr
Lemak	= 0,39% x 9500 gr = 37,05 gr
Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

Tabel 5.11 Neraca Massa komponen pada proses penghancuran

Bahan masuk		Bahan keluar	
komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran(8)		Aliran (9)	
Protein	171	Protein	171
Lemak	37,05	Lemak	37,05
Pati	3021	Pati	3021
Abu	161,5	Abu	161,5
Karoten	52,25	Karoten	52,25
Tiamin	0,01235	Tiamin	0,01235
Riboflavin	1,1305	Riboflavin	1,1305
Niasin	0,1045	Niasin	0,1045
Vitamin C	0,76	Vitamin C	0,76
Tanin	212,69265	Tanin	212,69265
total	3657,5	total	3657,5

V.2.6 Pengayakan bubuk buah maja

Fungsi: untuk menghaluskan bubuk buah maja sehingga ukurannya seragam (140 mesh)



Tabel 5.12 Neraca Massa total pada proses pengayakan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran (9)		Aliran (10)	
bubuk buah maja	3657,5	Bubuk buah maja tak seragam	57,5
		Aliran (11)	
		bubuk buah maja seragam	3600
Total	3657,5	Total	3657,5

Perhitungan berat tiap aliran :

Aliran 9

Pati = $31,8\% \times 9500 \text{ gr} = 3021 \text{ gr}$

Protein = $1,8\% \times 9500 \text{ gr} = 171 \text{ gr}$

Lemak = $0,39\% \times 9500 \text{ gr} = 37,05 \text{ gr}$

Abu	= 1,7% x 9500 gr = 161,5 gr
Karoten	= 0,55% x 9500 gr = 52,25 gr
Tiamin	= 0,00013% x 9500 gr = 0,01235 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 9500 gr = 1,1305 gr
Niasin	= 0,0011% x 9500 gr = 0,1045 gr
Vitamin C	= 0,008% x 9500 gr = 0,76 gr
Tanin	= 2,23887% x 9500 gr = 212,69265 gr

Aliran 11

Pati	= 31,8% x 3600 gr = 1144,8 gr
Protein	= 1,8% x 3600 gr = 64,8 gr
Lemak	= 0,39% x 3600 gr = 14,04 gr
Abu	= 1,7% x 3600 gr = 61,2 gr
Karoten	= 0,55% x 3600 gr = 19,8 gr
Tiamin	= 0,00013% x 3600 gr = 0,00468 gr
Riboflavin	= 0,0119% x 3600 gr = 0,4284 gr
Niasin	= 0,0011% x 3600 gr = 0,0396 gr
Vitamin C	= 0,008% x 3600 gr = 0,288 gr
Tanin	= 2,23887% x 3600 gr = 80,59932 gr

Tabel V.13 Neraca Massa komponen pada proses pengayakan

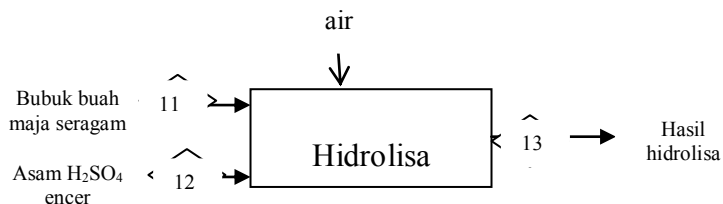
Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran (9)		Aliran (11)	
Protein	171	Protein	64,8
Lemak	37,05	Lemak	14,04
Pati	3021	Pati	1144,8
Abu	161,5	Abu	61,2
Karoten	52,25	Karoten	19,8
Tiamin	0,01235	Tiamin	0,00468
Riboflavin	1,1305	Riboflavin	0,4284

Niasin	0,1045	Niasin	0,0396
Vitamin C	0,76	Vitamin C	0,288
Tanin	212,69265	Tanin	80,59932
		Aliran (10)	
		Bubuk buah maja tak seragam	57,5
total	3657,5	Total	3657,5

V.3 Tahap Pembuatan Bioetanol

V.3.1 Hidrolisa

Fungsi: merubah pati pada buah maja menjadi glukosa dengan bantuan asam.



Tabel 5.14 Neraca Massa total pada proses hidrolisa

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
komponen	Berat (g)	Komponen	Berat (g)
Aliran (11)		Aliran (13)	
Bubuk buah maja seragam	100	Glukosa	0,0001921
		Buah maja tak terkonversi	38,6408
Aliran (12)			
Asam encer	0,059		
Air	1000,941	Air	1000,8

		Asam H ₂ SO ₄	0,059
		Massa yang hilang	61,5
Total	1101	Total	1101

Bubuk buah maja kering yang digunakan dalam percobaan sebanyak 100 gram.

Asumsi : n pati = 1000

Diketahui : BM pati 162000 g/mol

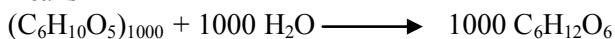
BM air = 18 g/mol

BM glukosa = 180,16 g/mol

$$(C_6H_{10}O_5)_{1000} \text{ mula-mula} = \frac{\text{berat pati}}{\text{BM pati}} = \frac{31,8}{162000} = 0,00002 \text{ mol}$$

$$H_2O \text{ mula-mula} = \frac{\text{berat air}}{\text{BM air}} = \frac{1000,941}{18} = 55,6 \text{ mol}$$

Reaksi



$$M : 0,0000255,6$$

$$R : 1,066 \cdot 10^{-9} 1,066 \cdot 10^{-9} 1,066 \cdot 10^{-6} -$$

$$S : 1,99989 \cdot 10^{-5} 55,599999 1,066 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Pati sisa} = 1,99989 \cdot 10^{-5} \times 162000 = 3,2398273 \text{ gr}$$

$$\text{Air sisa} = 55,599999 \times 18 = 1000,8 \text{ gr}$$

$$\text{Glukosa terbentuk} = 1,066 \cdot 10^{-6} \times 180,16 = 0,0001921 \text{ gr}$$

perhitungan prosentase tiap aliran

Aliran 11

$$\text{Pati} = 31,8\% \times 100 \text{ gr} = 31,8 \text{ gr}$$

$$\text{Protein} = 1,8\% \times 100 \text{ gr} = 1,8 \text{ gr}$$

$$\text{Lemak} = 0,39\% \times 100 \text{ gr} = 0,39 \text{ gr}$$

$$\text{Abu} = 1,7\% \times 100 \text{ gr} = 1,7 \text{ gr}$$

$$\text{Karoten} = 0,55\% \times 100 \text{ gr} = 0,55 \text{ gr}$$

Tiamin = $0,00013\% \times 100 = 0,00013 \text{ gr}$
 Riboflavin = $0,0119\% \times 100 \text{ gr} = 0,0119 \text{ gr}$
 Niasin = $0,0011\% \times 100 \text{ gr} = 0,001 \text{ gr}$
 Vitamin C = $0,008\% \times 100 \text{ gr} = 0,008 \text{ gr}$
 Tanin = $2,23887\% \times 100 \text{ gr} = 2,23887 \text{ gr}$

Aliran 12

Asam H₂SO₄ encer 0,3 N sebanyak 1 mL

$$\text{densitas} = \frac{m}{v}$$

$$0,059 \text{ gram/ml} = \frac{m}{1 \text{ ml}}$$

$$\text{gram} = 0,059$$

Dalam 1 ml air mengandung 0,059 gram Asam H₂SO₄ encer 0,3 N

aliran 13

Pati sisa = 3,2398273 gr
 Protein = $1,8\% \times 100 \text{ gr} = 1,8 \text{ gr}$
 Lemak = $0,39\% \times 100 \text{ gr} = 0,39 \text{ gr}$
 Abu = $1,7\% \times 100 \text{ gr} = 1,7 \text{ gr}$
 Karoten = $0,55\% \times 100 \text{ gr} = 0,55 \text{ gr}$
 Tiamin = $0,00013\% \times 100 = 0,00013 \text{ gr}$
 Riboflavin = $0,0119\% \times 100 \text{ gr} = 0,0119 \text{ gr}$
 Niasin = $0,0011\% \times 100 \text{ gr} = 0,001 \text{ gr}$
 Vitamin C = $0,008\% \times 100 \text{ gr} = 0,008 \text{ gr}$
 Tanin = $2,23887\% \times 1371,08125 \text{ gr} = 2,23887 \text{ gr}$

Asam H₂SO₄ encer = 0,059 gram

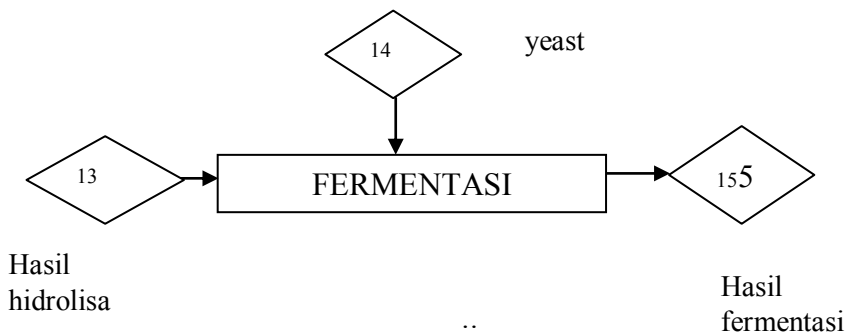
Tabel 5.15 Neraca Massa komponen pada proses hidrolisa

Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran (11)		Aliran (13)	

Protein	1,8	Protein	1,8
Lemak	0,39	Lemak	0,39
Pati	31,8	Pati	3,2398273
Abu	1,7	Abu	1,7
Karoten	0,55	Karoten	0,55
Tiamin	0,00013	Tiamin	0,00013
Riboflavin	0,0119	Riboflavin	0,0119
Niasin	0,001	Niasin	0,001
Vitamin C	0,008	Vitamin C	0,008
Tanin	2,23887	Tanin	2,23887
Asam H ₂ SO ₄	0,059	Asam H ₂ SO ₄	0,059
Air	1000,941	Air	1000,8
		Glukosa	0,0001921
Massa yang hilang	61,5	Massa yang hilang	61,5
total	1101	Total	1101

V.3.2 Fermentasi

Fungsi : mengkonversi glukosa menjadi bioetanol anaerob



Tabel 5.15 Neraca Massa pada proses fermentasi

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
komponen	Berat (g)	Komponen	Berat (g)
Aliran (13)		Aliran (15)	
Buah maja tak terkonversi	3,2398273	Buah maja tak terkonversi	3,2398273
glukosa	0,00019188	Sisa glukosa	0,00009594
Air	1000,8	Air	1000,8
Asam H ₂ SO ₄	0,059	Asam H ₂ SO ₄	0,059
Aliran (14)		Bioetanol	0,00004903 6
		CO ₂	0,00004903 6
Yeast	1	Yeast	1
Total	1005,099	Total	1005,099

Perhitungan prosentase tiap aliran:

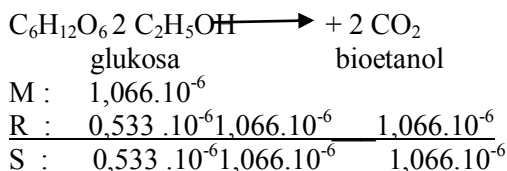
aliran 13

Protein = 1,8% x 100 gr = 1,8 gr
 Lemak = 0,39% x 100 gr = 0,39 gr
 Abu = 1,7% x 100 gr = 1,7 gr
 Karoten = 0,55% x 100 gr = 0,55 gr
 Tiamin = 0,00013% x 100 = 0,00013 gr

Riboflavin = $0,0119\% \times 100 \text{ gr} = 0,0119 \text{ gr}$
 Niasin = $0,0011\% \times 100 \text{ gr} = 0,001 \text{ gr}$
 Vitamin C = $0,008\% \times 100 \text{ gr} = 0,008 \text{ gr}$
 Tanin = $2,23887\% \times 1371,08125 \text{ gr} = 2,23887 \text{ gr}$
 Asam H_2SO_4 encer = $0,059 \text{ gram}$

aliran 15

Reaksi:



glukosa terkonversi = $50\% \times \text{mol glukosa} = 0,533 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$
 Bioetanol terbentuk = $1,066 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \times 46 = 0,000049036 \text{ gram}$
 Sisa glukosa = $0,533 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \times 180,6 = 0,00009594 \text{ gram}$

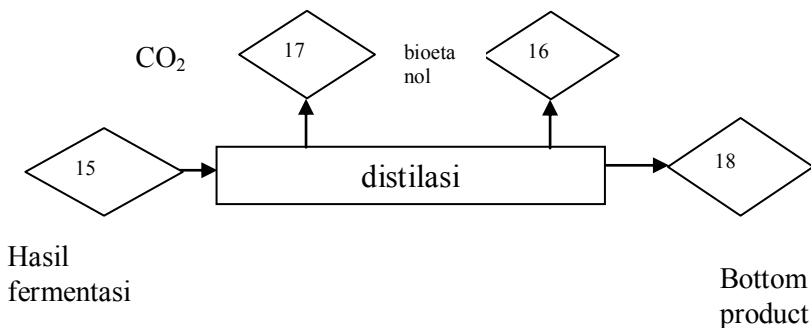
Tabel V.16 Neraca Massa Komponen pada proses fermentasi

Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran (13)		Aliran (16)	
Protein	1,8	Protein	1,8
Lemak	0,39	Lemak	0,39
Pati	3,2398273	Pati	3,2398273
Abu	1,7	Abu	1,7
Karoten	0,55	Karoten	0,55
Tiamin	0,00013	Tiamin	0,00013

Riboflavin	0,0119	Riboflavin	0,0119
Niasin	0,001	Niasin	0,001
Vitamin C	0,008	Vitamin C	0,008
Tanin	2,23887	Tanin	2,23887
Asam H ₂ SO ₄	0,059	Asam H ₂ SO ₄	0,059
Air	1000,8	Air	1000,8
yeast	1	yeast	1
CO ₂	0,000049036	CO ₂	0,000049036
glukosa	0,00019188	Sisa glukosa	0,00009594
		bioetanol	0,000049036
total	1005,099	Total	1005,099

V.3.3 Distilasi

Fungsi : mendapatkan bioetanol yang lebih murni



Tabel 5.17 Neraca Massa Komponen pada proses distilasi

Bahan masuk		Bahan Keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran (15)		Aliran (18)	

Bubuk buah maja tak terkonversi	3,2398273	Bubuk buah maja tak terkonversi	3,2398273
Sisa glukosa	0,00009594	Sisa glukosa	0,00009594
Air	1000,8	Air	994,400049
Asam H ₂ SO ₄	0,059	Asam H ₂ SO ₄	0,059
Bioetanol	0,000049036	Yeast	1
CO ₂	0,000049036	Aliran (17)	
Yeast	1	CO ₂	0,000049036
		Aliran (16)	
		Bioetanol	0,000049036
		Air	6,399950964
Total	1005,099	Total	1005,099

Perhitungan prosentase tiap aliran:

aliran 15

Protein = 1,8% x 100 gr = 1,8 gr

Lemak = 0,39% x 100 gr = 0,39 gr

Abu = 1,7% x 100 gr = 1,7 gr

Karoten = 0,55% x 100 gr = 0,55 gr

Tiamin = 0,00013% x 100 = 0,00013 gr

Riboflavin = 0,0119% x 100 gr = 0,0119 gr

Niasin = $0,0011\% \times 100 \text{ gr} = 0,001 \text{ gr}$
 Vitamin C = $0,008\% \times 100 \text{ gr} = 0,008 \text{ gr}$
 Tanin = $2,23887\% \times 1371,08125 \text{ gr} = 2,23887 \text{ gr}$
 Asam H₂SO₄ encer = 0,059 gram

Tabel V.18 Neraca Massa komponen pada proses distilasi

Bahan masuk		Bahan keluar	
Komponen	komposisi (g)	Komponen	komposisi (g)
Aliran (15)		Aliran (18)	
Protein	1,8	Protein	1,8
Lemak	0,39	Lemak	0,39
Pati	3,2398273	Pati	3,2398273
Abu	1,7	Abu	1,7
Karoten	0,55	Karoten	0,55
Tiamin	0,00013	Tiamin	0,00013
Riboflavin	0,0119	Riboflavin	0,0119
Niasin	0,001	Niasin	0,001
Vitamin C	0,008	Vitamin C	0,008
Tanin	2,23887	Tanin	2,23887
Asam H ₂ SO ₄	0,059	Asam H ₂ SO ₄	0,059
Air	994,400049	Air	994,400049
yeast	1	yeast	1
CO ₂	0,000049036	Sisa glukosa	0,00009594
Sisa glukosa	0,00009594	Aliran (17)	
bioetanol	0,000049036	CO ₂	0,000049036
		Aliran (16)	

		bioetanol	0,000049036
		Air	6,399950964
Total	1005,099	Total	1005,099

APPENDIKS B NERACA PANAS

VI.1 Neraca Panas pengeringan Tepung Maja

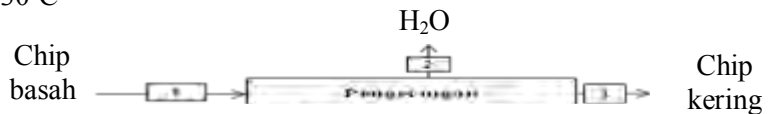
Asumsi: dalam skala *laboratorium*

Bahan yang masuk : 9500 gr

Tahap Pengeringan

Kondisi operasi: $T=150^{\circ}\text{C}$, selama $t=2\text{jam}$

$T_{\text{ref}} = 30^{\circ}\text{C}$



Asumsi ideal (Asas Black)

Q masuk = Q keluar

Q masuk

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g $^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	(cal)
Aliran <3>					
Pati	3021	0,32	150	120	4833,6
Lemak	37,05	0,2	150	120	37,05
Air	5842,5	1	150	120	29212,5
Abu	161,5	0,57	150	120	460,275
Protein	171	0,37	150	120	316,35
Karoten	52,25	352,8	150	120	92169

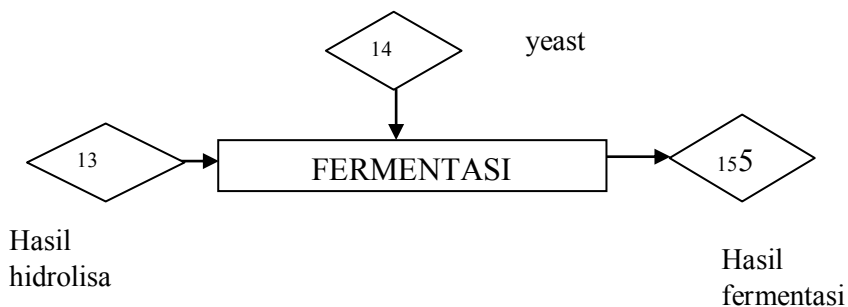
Tiamin	0,01235	152,1	150	120	9,392175
Riboflavin	1,1305	201,6	150	120	1139,544
Niasin	0,1045	58,3	150	120	30,46175
Vitamin C	0,76	87,2	150	120	331,36
Tanin	212,69265	712,4	150	120	757611,2
Total					886150,8

Q keluar

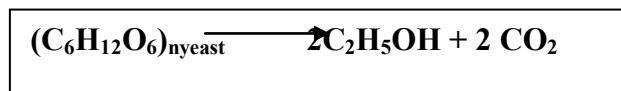
Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g°C)	(°C)	(°C)	(cal)
Aliran <3>					
Pati	3021	0,32	150	120	4833,6
Lemak	37,05	0,2	150	120	37,05
Abu	161,5	0,57	150	120	460,275
Protein	171	0,37	150	120	316,35
Karoten	52,25	352,8	150	120	92169
Tiamin	0,01235	152,1	150	120	9,392175
Riboflavin	1,1305	201,6	150	120	1139,544

Niasin	0,1045	58,3	150	120	30,46175
Vitamin C	0,76	87,2	150	120	331,36
Tanin	212,69265	712,4	150	120	757611,2
Aliran <2>					
Air (H ₂ O)	5842,5	1	150	120	29212,5
Total					886150,8

VI.2 Fermentasi buah Maja menjadi bioetanol



Reaksi I



Mengitung jumlah ΔH reaktan

$$\Delta H = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ pati} &= 31,8 \cdot 0,382 \cdot (30-25) \\ &= 31,8 \cdot 0,382 \cdot 5 = 60,738 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{air}} &= 1000,8 \cdot 1,00 \cdot (30-25) \\ &= 1000,8 \cdot 1,00 \cdot 5 = 5004 \text{ kal} \\ \sum \Delta H_{\text{reaktan}} &= \Delta H_{\text{pati}} + \Delta H_{\text{air}} \\ &= 60,738 + 5004 = 5064,738 \text{ kal}\end{aligned}$$

Q masuk

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g°C)	(°C)	(°C)	(cal)
Aliran <1>					
Pati	3,2398273	0,32	30	5	5,168
Lemak	0,39	0,2	30	5	0,39
Abu	1,7	0,57	30	5	4,845
Protein	1,8	0,37	30	5	3,33
Karoten	0,55	352,8	30	5	970,2
Tiamin	0,00013	152,1	30	5	0,098865
Riboflavin	0,0119	201,6	30	5	11,9952
Niasin	0,001	58,3	30	5	0,2915
Vitamin C	0,008	87,2	30	5	3,488
Tanin	2,23887	712,4	30	5	7974,855
Asam H ₂ SO ₄	0,059	0,016	30	5	0,00472
Air	1000,8	1	30	5	5004
glukosa	0,00019188	0,346	30	5	0,000332

Total	13978,667
-------	-----------

Q keluar

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g°C)	(°C)	(°C)	(cal)
Aliran <1>					
Pati	3,2398273	0,32	30	5	5,168
Lemak	0,39	0,2	30	5	0,39
Abu	1,7	0,57	30	5	4,845
Protein	1,8	0,37	30	5	3,33
Karoten	0,55	352,8	30	5	970,2
Tiamin	0,00013	152,1	30	5	0,098865
Riboflavin	0,0119	201,6	30	5	11,9952
Niasin	0,001	58,3	30	5	0,2915
Vitamin C	0,008	87,2	30	5	3,488
Tanin	2,23887	712,4	30	5	7974,855
Asam H ₂ SO ₄	0,059	0,016	30	5	0,00472
Air	1000,8	1	30	5	5004
Glukosa tak	0,00009594	0,346	30	5	0,000166

terkonversi					
bioetanol	0,000049036	0,015	30	5	0,00000368
total					8913,929
ΔH reaksi					5064,738
Total					13978,667

APPENDIKS C

1. Pembuatan fenolftalein
 - Menimbang 1 gram fenolftalein.
 - Melarutkan 1 gram fenolftalein dalam 50 ml alkohol 95%.
 - Mengencerkan dengan air sampai 100mL.

2. NaOH 0,5 N

$$0,5 = \frac{GR}{MR} \times \frac{1000}{V}$$

$$0,5 = \frac{GR}{40} \times \frac{1000}{100}$$

$$GR = 2$$

3. *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 1%, 2% dan 3%

$$1\% \text{ Saccharomyces cerevisiae } \left(\frac{b}{b}\right)$$

$$= \frac{1}{100} \times 100 \text{ gram}$$

$$= 1 \text{ gram } 2\% \text{ Saccharomyces cerevisiae } \left(\frac{b}{b}\right)$$

$$= \frac{2}{100} \times 100 \text{ gram}$$

$$= 2 \text{ gram } 3\% \text{ Saccharomyces cerevisiae } \left(\frac{b}{b}\right)$$

$$= \frac{3}{100} \times 100 \text{ gram} = 3 \text{ gram}$$

Hasil Percobaan

Hari	Penambahan yeast	Keasaman bioetanol			Uji sisa penguapan maksimum	
		V ₁	V ₂	ΔV	Gram cawan kosong	Gram sesudah penguapan
3	1%	1,2	1,4	1,3	40	40,87
3	2%	1,2	1,4	1,3	40	40,87
3	3%	1,2	1,2	1,2	40	40,85
4	1%	1,1	1,2	1,15	40	40,89
4	2%	1,2	1,3	1,15	40	40,85
4	3%	1,2	1,2	1,1	40	40,79
5	1%	1,0	1,0	1,0	40	40,77
5	2%	1,0	1,2	1,1	40	40,64
5	3%	1,0	1,2	1,1	40	40,50

Perhitungan Hasil Analisa

1) Rendemen

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 1%

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{V bioetanol}}{\text{gram buah maja yang dipakai}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{2,1}{100} \times 100\% = 2,1\%$$

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 2%

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{V bioetanol}}{\text{gram buah maja yang dipakai}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{3,9}{100} \times 100\% = 3,9\%$$

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 3%

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{V bioetanol}}{\text{gram buah maja yang dipakai}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{4,7}{100} \times 100\% = 4,7\%$$

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 1%

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{V bioetanol}}{\text{gram buah maja yang dipakai}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{4,4}{100} \times 100\% = 4,4\%$$

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 2%

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{V bioetanol}}{\text{gram buah maja yang dipakai}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{5,3}{100} \times 100\% = 5,3\%$$

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 3%

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{V bioetanol}}{\text{gram buah maja yang dipakai}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{5,6}{100} \times 100\% = 5,6\%$$

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 1%

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{V bioetanol}}{\text{gram buah maja yang dipakai}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{6,4}{100} \times 100\% = 6,4\%$$

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 2%

$$\text{Rendemen} = \frac{V \text{ bioetanol}}{\text{gram buah maja yang dipakai}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{7,0}{100} \times 100\% = 7 \%$$

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 3%

$$\text{Rendemen} = \frac{V \text{ bioetanol}}{\text{gram buah maja yang dipakai}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{7,5}{100} \times 100\% = 7,5 \%$$

2) Uji penguapan

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 1%

$$\text{sisapenguapan} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$

$$\text{sisapenguapan} = (40,87 \text{ gram} - 40 \text{ gram}) \times \frac{1000}{100}$$

$$= 0,87 \text{ gram} \times 10 = 8,7 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 Sisapenguapan Maksimum yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 25 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 2%

$$\text{sisapenguapan} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$

$$\text{sisapenguapan} = (40,87 \text{ gram} - 40 \text{ gram}) \times \frac{1000}{100}$$

$$= 0,87 \text{ gram} \times 10 = 8,7 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 Sisapenguapan Maksimum yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 25 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 3%

$$\text{sisapenguapan} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$

$$\begin{aligned}\text{sisapenguapan} &= (40,85 \text{ gram} - 40 \text{ gram}) \times \frac{1000}{100} \\ &= 0,85 \text{ gram} \times 10 = 8,5 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 Sisa Penguapan Maksimum yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 25 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 1%

$$\text{sisapenguapan} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$

$$\begin{aligned}\text{sisapenguapan} &= (40,89 \text{ gram} - 40 \text{ gram}) \times \frac{1000}{100} = \\ &0,85 \text{ gram} \times 10 = 8,9 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 Sisa Penguapan Maksimum yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 25 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 2%

$$\text{sisapenguapan} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$

$$\begin{aligned}\text{sisapenguapan} &= (40,85 \text{ gram} - 40 \text{ gram}) \times \frac{1000}{100} \\ &= 0,85 \text{ gram} \times 10 = 8,5 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 Sisa Penguapan Maksimum yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 25 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 3%

$$\text{sisapenguapan} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$

$$\begin{aligned}\text{sisapenguapan} &= (40,79 \text{ gram} - 40 \text{ gram}) \times \frac{1000}{100} \\ &= 0,79 \text{ gram} \times 10 = 7,9 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 Sisa Penguapan Maksimum yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 25 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 1%

$$\text{sisu penguapan} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{sisu penguapan} &= (40,77 \text{ gram} - 40 \text{ gram}) \times \frac{1000}{100} \\ &= 0,77 \text{ gram} \times 10 = 7,7 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 Sisa Penguapan Maksimum yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 25 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 2%

$$\text{sisu penguapan} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{sisu penguapan} &= (40,64 \text{ gram} - 40 \text{ gram}) \times \frac{1000}{100} = \\ 0,64 \text{ gram} \times 10 &= 6,4 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 Sisa Penguapan Maksimum yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 25 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 3%

$$\text{sisu penguapan} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{sisu penguapan} &= (40,50 \text{ gram} - 40 \text{ gram}) \times \frac{1000}{100} \\ &= 0,50 \text{ gram} \times 10 = 5 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 Sisa Penguapan Maksimum yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 25 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

3) Densitas

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 1%

$$\text{densitas} = \frac{\text{pikno isi} - \text{pikno kosong}}{\text{volume pikno}}$$

$$\text{densitas} = \frac{(20,938 - 11,000) \text{ gram}}{10 \text{ mL}} = 0,9938 \text{ gram/mL}$$

Dari table 2-110 physical and chemical data ethyl alcohol perry's chemical engineer's handbook kadar alkohol didapatkan sebesar 1 %

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 2%

$$\text{densitas} = \frac{\text{pikno isi} - \text{pikno kosong}}{\text{volume pikno}}$$

$$\text{densitas} = \frac{(20,938 - 11,000) \text{ gram}}{10 \text{ mL}} = 0,9938 \text{ gram/mL}$$

Dari table 2-110 physical and chemical data ethyl alcohol perry's chemical engineer's handbook kadar alkohol didapatkan sebesar 1 %

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 3%

$$\text{densitas} = \frac{\text{pikno isi} - \text{pikno kosong}}{\text{volume pikno}}$$

$$\text{densitas} = \frac{(20,884 - 11,000) \text{ gram}}{10 \text{ mL}} = 0,9884 \text{ gram/mL}$$

Dari table 2-110 physical and chemical data ethyl alcohol perry's chemical engineer's handbook kadar alkohol didapatkan sebesar 4%

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 1%

$$\text{densitas} = \frac{\text{pikno isi} - \text{pikno kosong}}{\text{volume pikno}}$$

$$\text{densitas} = \frac{(20,901 - 11,000) \text{ gram}}{10 \text{ mL}} = 0,9901 \text{ gram/mL}$$

Dari table 2-110 physical and chemical data ethyl alcohol perry's chemical engineer's handbook kadar alkohol didapatkan sebesar 3%

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 2%

$$\text{densitas} = \frac{\text{pikno isi} - \text{pikno kosong}}{\text{volume pikno}}$$

$$\text{densitas} = \frac{(20,884 - 11,000) \text{ gram}}{10 \text{ mL}} = 0,98839 \text{ gram/mL}$$

Dari table 2-110 physical and chemical data ethyl alcohol perry's chemical engineer's handbook kadar alkohol didapatkan sebesar 4 %

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 3%

$$\text{densitas} = \frac{\text{pikno isi} - \text{pikno kosong}}{\text{volume pikno}}$$

$$\text{densitas} = \frac{(20,867 - 11,000) \text{ gram}}{10 \text{ mL}} = 0,9867 \text{ gram/ mL}$$

Dari table 2-110 physical and chemical data ethyl alcohol perry's chemical engineer's handbook kadar alkohol didapatkan sebesar 5 %

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 1%

$$\text{densitas} = \frac{\text{pikno isi} - \text{pikno kosong}}{\text{volume pikno}}$$

$$\text{densitas} = \frac{(20,9901 - 11,000) \text{ gram}}{10 \text{ mL}} = 0,9901 \text{ gram/mL}$$

Dari table 2-110 physical and chemical data ethyl alcohol perry's chemical engineer's handbook kadar alkohol didapatkan sebesar 3%

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 2%

$$\text{densitas} = \frac{\text{pikno isi} - \text{pikno kosong}}{\text{volume pikno}}$$

$$\text{densitas} = \frac{(20,835 - 11,000) \text{ gram}}{10 \text{ mL}} = 0,9835 \text{ gram/mL}$$

Dari table 2-110 physical and chemical data ethyl alcohol perry's chemical engineer's handbook kadar alkohol didapatkan sebesar 7%

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 3%

$$\text{densitas} = \frac{\text{pikno isi} - \text{pikno kosong}}{\text{volume pikno}}$$

$$\text{densitas} = \frac{(20,819 - 11,000) \text{ gram}}{10 \text{ mL}} = 0,9819 \text{ gram/mL}$$

Dari table 2-110 physical and chemical data ethyl alcohol perry's chemical engineer's handbook kadar alkohol didapatkan sebesar 8%

4) Uji standar untuk keasaman bioetanol

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 1%

$$\text{keasaman} = \frac{(V \times N) \text{NaOH: gram contoh}}{\rho}$$

$$\text{keasaman} = \frac{(1,3 \times 0,05) : 10}{0,979} = 0,007 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 keasaman sebagai NaOH yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 20 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 2%

$$\text{keasaman} = \frac{(V \times N) \text{NaOH: gram contoh}}{\rho}$$

$$\text{keasaman} = \frac{(1,3 \times 0,05) : 10}{0,974} = 0,007 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 keasaman sebagai NaOH yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 20 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 3 hari dengan yeast 3%

$$\text{keasaman} = \frac{(V \times N) \text{NaOH: gram contoh}}{\rho}$$

$$\text{keasaman} = \frac{(1,2 \times 0,05) : 10}{0,965} = 0,006 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 keasaman sebagai NaOH yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 20 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 1%

$$\text{keasaman} = \frac{(V \times N) \text{NaOH: gram contoh}}{\rho}$$

$$\text{keasaman} = \frac{(1,15 \times 0,05) : 10}{0,961} = 0,006 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 keasaman sebagai NaOH yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 20 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 2%

$$\text{keasaman} = \frac{(V \times N) \text{NaOH: gram contoh}}{\rho}$$

$$\text{keasaman} = \frac{(1,15 \times 0,05) : 10}{0,947} = 0,006 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 keasaman sebagai NaOH yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 20 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 4 hari dengan yeast 3%

$$\text{keasaman} = \frac{(V \times N) \text{NaOH: gram contoh}}{\rho}$$

$$\text{keasaman} = \frac{(1,1 \times 0,05) : 10}{0,941} = 0,0058 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 keasaman sebagai NaOH yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 20 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 1%

$$\text{keasaman} = \frac{(V \times N) \text{NaOH: gram contoh}}{\rho}$$

$$\text{keasaman} = \frac{(1 \times 0,05) : 10}{0,944} = 0,0053 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 keasaman sebagai NaOH yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 20 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 2%

$$\text{keasaman} = \frac{(V \times N) \text{NaOH: gram contoh}}{\rho} \text{ keasaman}$$

$$= \frac{(1,1 \times 0,05) : 10}{0,949} = 0,0058 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 keasaman sebagai NaOH yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 20 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

Bioetanol hasil fermentasi selama 5 hari dengan yeast 3%

$$\text{keasaman} = \frac{(V \times N) \text{NaOH: gram contoh}}{\rho}$$

$$\text{keasaman} = \frac{(1,1 \times 0,05) : 10}{0,945} = 0,058 \text{ mg/L}$$

Tabel 1 SNI 3565:2009 keasaman sebagai NaOH yang diperbolehkan pada mutu 1 Maks. 20 mg/L dan Bioetanol ini memenuhi standar etanol mutu 1.

BIODATA PENULIS



Nama Lengkap Sunaring Chadijah Lustiyani. Lahir di Surabaya tanggal 02 Januari 1994. Alamat Jl. Blauran III / 19 Surabaya. Latar Belakang Pendidikan Formal tahun 1999-2005 sekolah di SDN Bubutan III / 71 Surabaya. Tahun 2005-2008 menempuh pendidikan di SMP Negeri 4 Surabaya, kemudian menimba ilmu pada tahun 2008-2011 di Madrasah Aliyah Negeri Surabaya. Pada tahun 2011-2014 kuliah di D-3 Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.



Nama Lengkap Anthony Taufik Hidayat. Lahir di Surabaya tanggal 08 Mei 1993. Alamat Jl. Serayu ft 14 wisma tropodo waru sidoarjo. Latar Belakang Pendidikan Formal tahun 1999-2005 sekolah di SDN tropodo 3 wisma tropodo. Tahun 2005-2008 menempuh pendidikan di SMP Negeri 2 waru sidoarjo, kemudian menimba ilmu pada tahun 2008-2011 di SMA kemala bhayangkari 1 Surabaya, setelah itu kuliah di D-3 Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.